

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y**  
**EMPRESARIALES**



**TESIS DOCTORAL**

**Generación de conocimiento y conectividad internacional en**  
**España: un análisis a través de patentes**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Lisset Rocío Medina Moreno**

**Directora**

**María Isabel Álvarez González**

**Madrid**

**© Lisset Rocío Medina Moreno, 2020**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA  
INNOVACIÓN

TESIS DOCTORAL

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y CONECTIVIDAD  
INTERNACIONAL EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE  
PATENTES

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Lisset Rocío Medina Moreno

Directora

María Isabel Álvarez González

Madrid, 2020

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



TESIS DOCTORAL

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y CONECTIVIDAD  
INTERNACIONAL EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE  
PATENTES

Presentada Por

Lisset Rocío Medina Moreno

Directora

María Isabel Álvarez González

Madrid, 2020

*“Más gracias sean dadas a Dios, que nos da la victoria...”*  
*1 Corintios 15:57*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de manera especial y sincera a mi Directora, Isabel Álvarez González, por su apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis doctoral. Sus orientaciones y correcciones desde una perspectiva científica han sido innumerables y de gran valor. Hoy puedo afirmar que ha sido una de las personas más importantes en mi formación investigadora, y que, sin su colaboración y disposición, no hubiera sido posible la realización exitosa de esta tesis doctoral.

También agradezco profundamente a los profesores Marcelo Cano-Kollmann, del Departamento de Estrategia y Negocios Internacionales de la Universidad de Ohio, Estados Unidos y a la profesora Raquel Marín, del Departamento de Análisis Económico de la Universidad Complutense de Madrid, por sus valiosas aportaciones a esta investigación, ya que varias ideas y hallazgos de esta tesis se enriquecieron con la discusión con ellos.

Agradezco de manera especial al Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), que me ha facilitado en gran medida el trabajo de investigación en un entorno agradable y dinámico. Gracias a mis compañeros del ICEI, Saraí por compartir conmigo muchos momentos de alegrías y agobios, a Celia y María José, por tener siempre una palabra de ánimo, a Damián y Tamires, por todos los buenos momentos compartidos.

De igual manera, agradezco al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia por haber financiado la última parte de esta investigación, otorgándome una beca condonable, durante el tercer año del doctorado.

Finalmente, agradezco a mi familia, por el apoyo y la comprensión que me han brindado durante este proceso y, en particular, agradezco a mi esposo JC, quien me ha acompañado en los momentos más difíciles e importantes de este camino y ha sabido despertar en mí sosiego y sonrisas, incluso cuando parecía que era un trabajo casi imposible de terminar.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	9
SUMMARY .....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1    Motivación .....	17
1.2    Objetivos y preguntas de investigación.....	20
1.3    Estructura de la tesis.....	22
CAPITULO II. CONECTIVIDAD INTERNACIONAL EN LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN ESPAÑA....	25
2.1    Introducción .....	25
2.2    Antecedentes .....	26
2.2.1    Internacionalización de la tecnología e innovación.....	26
2.2.2    Las patentes como medida de la internacionalización .....	28
2.2.3    El sector de las TIC en España.....	29
2.3    Metodología .....	29
2.4    Análisis de las patentes TIC en España.....	32
2.4.1    Una visión general.....	32
2.4.2    Colaboración internacional sobre patentes en el sector de las TIC .....	36
2.5    Conclusiones .....	39
CAPITULO III. COLABORACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS .....	43
3.1    Introducción .....	43
3.2    Antecedentes .....	45
3.2.1    La universidad y su entorno .....	45
3.2.2    Las patentes como mecanismo de transferencia.....	46
3.2.3    La colaboración en innovación.....	48
3.3    Metodología .....	49
3.4    Discusión de resultados .....	51
3.4.1    Rendimiento tecnológico de las universidades españolas .....	51
3.4.2    Colaboración y titularidad de patentes universitarias.....	54
3.5    Análisis de los factores explicativos de las patentes universitarias.....	57
3.6    Conclusiones .....	62
CAPITULO IV. LA BRECHA DE GÉNERO EN LAS PATENTES ESPAÑOLAS .....	65
4.1    Introducción .....	65

4.2	Antecedentes .....	66
4.3	Metodología .....	69
4.4	Discusión de resultados.....	71
4.4.1	Patentes con participación española por género.....	71
4.4.2	Inventiva femenina por campos tecnológicos. ....	75
4.4.3	Redes de colaboración nacional e internacional.....	78
4.5	Conclusiones .....	79
CAPITULO V. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA .....		83
5.1	Conclusiones .....	83
5.2	Implicaciones de política.....	86
5.3	Limitaciones de la investigación .....	87
5.4	Investigación Futura.....	87
Referencias.....		89
Apéndices.....		105
Apéndice 2.1. Clasificación de patentes en categorías tecnológicas.....		105
Apéndice 3.1. Definición de las variables.....		107
Apéndice 3.2. Estadística descriptiva de las variables .....		107
Apéndice 3.3. Matriz de correlaciones.....		108
Apéndice 4.1 Nuevo concepto de clasificación tecnológica, OMPI. ....		109

## Índice de Gráficos

### Capítulo II

Gráfico 2.1 Patentes TIC otorgadas asociadas a España, 1976-2014.....	33
Gráfico 2.2 Patentes TIC por subcategorías tecnológicas, España, 1976-2014 .....	34
Gráfico 2.3 Presencia de empresas TIC en España, por regiones, 2010 – 2014 .....	35
Gráfico 2.4 Número de inventores por patente, 1976-2014 .....	36
Gráfico 2.5 Dispersión internacional de inventores, 1976-2014 .....	37
Gráfico 2.6 Número total de países inventores por año, 1976-2014 .....	38
Gráfico 2.7 Los 10 principales socios de España, por inventores, 1976-2014.....	39
Gráfico 2.8 Los 10 principales países de origen de los solicitantes, 1976-2014.....	39

### Capítulo III

Gráfico 3.1 Patentes otorgadas a universidades españolas, 1990-2017 .....	52
Gráfico 3.2 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, por sector tecnológico, 1990-2017 .....	53
Gráfico 3.3 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, por campos tecnológicos, 1990-2017 .....	53
Gráfico 3.4 Distribución de entidades colaboradoras nacionales, por tipo, 1990-2017 .....	54
Gráfico 3.5 Las 10 mejores universidades, clasificadas por el número de patentes otorgadas por la USPTO .....	55
Gráfico 3.6 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, en función del lugar de origen de inventores y solicitantes extranjeros, 1990-2017.....	57

### Capítulo IV

Gráfico 4.1 Patentes por género asociadas a España, 1976-2019 .....	72
Gráfico 4.2 Porcentaje de participación femenina, 1976 – 2019 .....	73
Gráfico 4.3 Patentes de equipos femeninos, 1976 – 2019.....	73
Gráfico 4.4 Contribución femenina equipos mixtos, 1976 – 2019.....	74
Gráfico 4.5 Patentes por género en Ingeniería Eléctrica e Instrumentos, 1976-2019 .....	76
Gráfico 4.6 Patentes por género en el sector “Química”, 1976-2019 .....	76
Gráfico 4.7 Patentes por género en Ingeniería Mecánica y otros, 1976-2019.....	77
Gráfico 4.8 Patentes por género en colaboración, 1976-2019.....	79

## Índice de Tablas

Tabla 1.1 Estructura de las tesis .....	23
Tabla 3.1 Resultados de la Estimación.....	61





## **RESUMEN**

### **GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y CONECTIVIDAD INTERNACIONAL EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE PATENTES**

#### **TESIS DOCTORAL**

**Candidata a doctorado:**

**LISSET ROCIO MEDINA MORENO**

**Directora:**

**DRA. MARÍA ISABEL ÁLVAREZ GONZÁLEZ**

#### **Introducción**

Esta tesis doctoral se enmarca en el contexto amplio que ha venido perfilando tanto la importancia de la generación del conocimiento y su transmisión como la elevada conectividad internacional, apoyada por las (TIC), en el desarrollo industrial y el avance económico y social que ha acompañado el proceso de la globalización de la actividad económica, científica y tecnológica. La innovación y las redes globales tienen implicaciones importantes para la formulación de políticas (OCDE, 2008) y, al mismo tiempo, la vinculación entre instituciones de investigación y el ámbito productivo local, sigue siendo una cuestión relevante para la toma de decisiones de política pública. Tal es así que, en pleno proceso de cambio tecnológico, ante la emergencia de la denominada cuarta revolución industrial (o industria 4.0) y ante el reto de la digitalización y el desarrollo sostenible, gana todo el sentido estudiar las formas que adopta la conectividad internacional, las claves de la generación de entornos innovadores y el problema de la brecha de género, en la generación de las tecnologías más dinámicas. Ello justifica realizar esta investigación haciendo uso de un análisis minucioso del indicador de patentes españolas en la Oficina de Patentes de Estados Unidos (USPTO).

El objetivo general de esta tesis es, por lo tanto, el de analizar la generación y transferencia de conocimientos, y la conectividad internacional, a través del análisis de patentes, para determinar qué peso tiene las empresas y los inventores nacionales, conocer cuáles son las fortalezas institucionales, si la conexión a las redes globales de innovación ejerce una fuerza tractora en España, y si existe brecha de género en la generación de invenciones. Para desarrollar este objetivo, se formulan tres objetivos específicos.

El primer objetivo es estudiar los patrones de colaboración internacional entre España y otros países para la creación de nuevos conocimientos en el campo de las Tecnologías de

la Información y la Comunicación (TIC). El uso de las TIC es más crítico hoy que en el pasado, no solo por su capacidad para crear nuevas oportunidades sino también porque plantea nuevos y numerosos desafíos, en áreas tales como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y el aprendizaje automático. La clave está en que los activos intangibles (el conocimiento y la información) desempeñan un papel central como fuente de ventajas competitivas y están determinadas, en gran medida, por el nivel de innovación de los países. Las principales conclusiones que se desprenden de este estudio son las siguientes:

- España ha logrado avances significativos en el sector de las TIC, la generación de patentes sigue creciendo y ha estado apoyado por políticas públicas favorables. A pesar de estos esfuerzos, España sigue detrás de la mayoría de los países de la OCDE y la UE.
- El crecimiento del sector de las TIC en España está fuertemente impulsado por los vínculos con empresas extranjeras, en particular con las ubicadas en los EE. UU.
- La interacción de los grupos locales e internacionales de generación de conocimiento es un elemento impulsor clave del sector de las TIC, y está lejos de ser global.
- Existe una concentración geográfica de fuentes de conocimiento nacional e internacional, que está mediada por las estrategias tecnológicas de las empresas internacionalizadas.
- La nueva era de la información parece depender en gran medida de la colaboración entre individuos y empresas a través de puntos locales focales, y de la prevalencia de inventos internacionales desarrollados conjuntamente.

El segundo objetivo consiste en examinar la evolución y rendimiento tecnológico de las universidades españolas, para identificar patrones dominantes de colaboración, en entornos nacionales e internacionales, a través de asociaciones con empresas privadas, centros de investigación, y otras universidades. Las universidades son una fuente importante de conocimiento y de capacidades dentro de la economía del conocimiento, durante décadas han perseguido la misión de la educación superior, y con el tiempo se han convertido en actores muy relevantes en la investigación, el desarrollo tecnológico y, cada vez más, la innovación. Las conclusiones que se desprenden de este estudio son las siguientes:

- Las redes de colaboración a nivel nacional e internacional constituyen un factor determinante e influyente en el rendimiento tecnológico de las universidades.
- La complejidad de las soluciones tecnológicas contemporáneas, y la relevancia de la innovación en general, implica que el concepto "transferencia unidireccional de ciencia y tecnología" haya perdido impulso a favor de la interacción y las múltiples relaciones entre diferentes agentes.
- La actividad innovadora está altamente concentrada en solo cuatro regiones españolas: Valencia, Madrid, Andalucía y Cataluña. En particular, las universidades más vinculadas al sector productivo ostentan el mayor número de patentes, y éstas son generalmente de naturaleza politécnica.

- La colaboración internacional en patentes universitarias refleja la transferencia de conocimiento científico y tecnológico entre inventores y organizaciones de diferentes países, y los resultados pueden potencialmente revertir al entorno local.

El tercer objetivo consiste en explorar la dinámica de la participación de las mujeres en actividades de innovación, medido a través de su aportación como inventoras en las patentes concedidas, así como su inserción en redes de colaboración. Estas cuestiones son importantes ya que contar con datos desagregados por género en el campo de la innovación tecnológica en España, puede contribuir a informar con base empírica a los responsables de la toma de decisiones, en la elaboración de políticas y en la definición de soluciones potenciales para hacer frente a los desequilibrios en este campo. Los principales hallazgos que se desprenden de este estudio son los siguientes:

- Existe una clara y persistente brecha de género en las patentes de España. Las patentes generadas por mujeres, de forma individual o en equipos integrados solo por mujeres, constituyen solo alrededor del 3% del total, a lo largo de las últimas décadas.
- Si bien el número de patentes que incluyen al menos una mujer inventora ha aumentado significativamente con el tiempo, las mujeres siguen estando subrepresentadas en la actividad de patentes, máxime si se considera su activa incorporación a una gran cantidad de tareas profesionales.
- El crecimiento de la capacidad inventiva femenina, se debe principalmente a la participación de mujeres en equipos de género mixto, siendo relativamente menor la presencia de equipos formados exclusivamente por mujeres.
- El 59% de las patentes de equipos mixtos están conectadas internacionalmente, lo que se correlaciona en buena medida con la integración de la mujer en actividades de innovación.

**Palabras claves:** Fuentes de conocimiento, TIC, Patentes, Conectividad Internacional. Patentes universitarias; Colaboración; Generación de conocimiento; Transferencia de tecnología. Género, Innovación, Mujeres.



## **SUMMARY**

### **KNOWLEDGE GENERATION AND INTERNATIONAL CONNECTIVITY IN SPAIN. AN ANALYSIS THROUGH PATENTS**

#### **DOCTORAL DISSERTATION**

**Ph.D. candidate:**

**LISSET ROCIO MEDINA MORENO**

Supervisor:

**MARÍA ISABEL ÁLVAREZ GONZÁLEZ, Ph.D.**

#### **Introduction**

This doctoral thesis aims to study the importance of knowledge generation, knowledge transmission, and of the high international connectivity, enabled by the development of Information & Communications Technologies (ICTs). Indeed, ICTs contribute to the industrial development as well as to the economic and social progress that have accompanied the globalization of economic, scientific, and technological activities. Today, innovation and global networks have important implications for policy creation. Nevertheless, the link between research institutions and the productive sphere remains relevant, both for technological change and for its application in public policy decision-making.

In the midst of technological change, of the emergence of the so-called fourth industrial revolution (or industry 4.0), and of the challenges of digitization and sustainable development, it makes perfect sense to study the international connectivity, the keys to the creation of innovative environments, and the gender-gap problem. The generation of more dynamic technologies justifies carrying out this research using a detailed analysis of the Spanish patent indicator in the United States Patent and Trademark Office (USPTO).

The general objective of this thesis is to analyze the generation and transfer of knowledge as well as international connectivity, through the analysis of patents, in order to determine if it is driven by national companies and inventors, to identify the institutional strengths, and to study the gender gap and if the connection to global innovation networks provides traction in Spain. To develop this broad goal, three specific objectives have been formulated.

The first objective is to study the patterns of international collaboration between Spain and other countries with respect to the creation of new knowledge in the field of ICT. The use of ICT is more critical today than ever, not only creating opportunities but also posing new challenges, in areas such as artificial intelligence, the internet of things and machine learning. Intangible assets (such as knowledge, information, or data) play a central role as a source of competitive advantage and are largely determined by the level of innovation in countries. The main conclusions from this study are:

- Spain has made significant progress in the ICT sector. The generation of patents is growing, due to favorable public policies. Despite these efforts, Spain remains behind most of the OECD and EU countries.
- The growth of the ICT sector in Spain is strongly driven by links with foreign companies, particularly those located in the US.
- The interaction of local and international knowledge generation is a key driver of the ICT sector, which is far from being global.
- There is a geographic concentration of national and international knowledge sources, which is mediated by the technological strategies of internationalized companies.
- The new information age seems to be highly dependent on the collaboration between individuals and companies through focal local points, and on the prevalence of co-developed international inventions.

The second objective is to examine the evolution and technological performance of Spanish universities to identify dominant patterns of collaboration, in national and international settings, through partnerships with private companies, research centers, and other universities. Universities are an important source of knowledge and skills within the knowledge economy, for decades they have pursued the mission of higher education, and over time they have become very relevant actors in research, technological development and, ever more, innovation. The conclusions that emerge from this study are the following:

- Networks of national and international university collaborations are determining factors that influence the technological performance of universities.
- The complexity of contemporary technological solutions and the relevance of general innovation imply that the concept "one-way transfer of science and technology" has lost momentum in favor of interaction and multiple relationships between different agents.
- Innovative activity is highly concentrated in only four Spanish regions: Valencia, Madrid, Andalusia, and Catalonia. In particular, the universities most closely linked to the productive sector receive the highest number of patents; and these are generally polytechnic.
- International collaboration on university patents reflects the transfer of scientific and technological knowledge between inventors and organizations from different countries, and the results can potentially return to the local environment.

The third objective is to explore the dynamics of women's participation in innovation activities, measured through their contribution as inventors in granted patents, as well as their insertion in collaborative networks. These issues are important as having gender-disaggregated data in the field of technological innovation in Spain could help decision-makers to develop evidence-based policies and outline potential solutions to address imbalances in this field. The main findings that emerge from this study are the following:

- There is a clear and persistent gender gap in Spanish patents.
- Female-only patents, i.e. generated either by a single woman or by teams made up only of women, constitute only 3% of the total number of patents over the last few decades.
- Although the number of patents that include at least one female inventor has increased significantly over time, women remain underrepresented in patent activities, especially considering their active incorporation into a growing number of professional tasks.
- The growth of female inventiveness is mainly due to the participation of women in mixed-gender teams, with participation in teams made up exclusively of women being relatively small.
- Among the mixed-team patents, 59% are internationally connected. This is highly correlated with the integration of women in innovation activities.

**Keywords:** Knowledge sources; ICT; Patents; International Connectivity. University patents; Collaboration; Knowledge generation; Technology transfer. Gender, Innovation, Women.





## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Esta tesis doctoral se enmarca en el contexto amplio que ha venido perfilando tanto la importancia de la generación del conocimiento y su transmisión como la elevada conectividad internacional, apoyada por el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), en el desarrollo industrial y el avance económico y social que ha acompañado el proceso de globalización de la actividad económica, científica y tecnológica. En la actualidad, la innovación y las redes globales claramente tienen implicaciones importantes para la formulación de políticas (OCDE, 2008); al mismo tiempo, sigue siendo relevante la vinculación entre las instituciones de investigación y el ámbito productivo, tanto para el cambio tecnológico y su aplicación en la toma de decisiones de política pública. En pleno proceso de cambio tecnológico, ante la emergencia de la denominada cuarta revolución industrial (o industria 4.0) y ante el reto de la digitalización y el desarrollo sostenible, gana todo el sentido estudiar las formas que adopta la conectividad internacional, las claves de la generación de entornos innovadores y el problema de la brecha de género, en la generación de las tecnologías más dinámicas, lo que justifica realizar esta investigación haciendo uso de un análisis minucioso del indicador de patentes españolas en la Oficina de Patentes de Estados Unidos (USPTO).

### **1.1 Motivación**

Los procesos de colaboración para la producción científica, la movilidad de investigadores, la generación de patentes y la realización de proyectos de investigación, se ha convertido, con una frecuencia cada vez mayor, en un factor determinante de los flujos de conocimiento científico y tecnológico a través de una variedad de dimensiones: el espacio geográfico, el tiempo, los campos tecnológicos, las alianzas estratégicas y las redes sociales, entre otros (Powell, 2005; Agrawal, 2006:2008; Jaffe y Trajtenberg, 2002; Peri, 2005; Hoekman, 2010; Breschi, 2005; Howells, 2012; Montobbio, 2013; Sonn, 2008; Nieto y Santamaría, 2007).

En la actualidad, dado que la conectividad se presenta en diferentes contextos y se analiza desde diferentes perspectivas, resulta adecuado considerar las patentes como un elemento fundamental que permite analizar el proceso de innovación. Constituye un indicador útil para visualizar el comportamiento del entorno tecnológico; también permite aproximar los grados de colaboración entre diferentes agentes, e igualmente, el estudio de la internacionalización. De acuerdo al marco metodológico que se contempla en el manual de estadísticas de patentes de la OCDE, también permiten medir la capacidad inventiva de países, regiones, compañías o inventores, asumiendo que reflejan los resultados de la actividad inventiva, establecen con frecuencia una buena herramienta de predicción del rendimiento económico, así como un indicador de generación y transferencia de conocimiento científico y tecnológico (OCDE, 2009).

En la literatura relacionada, es generalmente aceptado que la utilización de estadísticas de patentes presenta ventajas y desventajas. Sin embargo, la investigación empírica ha demostrado que la utilización de patentes es más favorable debido a la cantidad de datos disponibles relacionados con el estado de la técnica, los datos bibliográficos, y las series

temporales, entre otros, constituyendo, por lo tanto, una herramienta adecuada también para el análisis que se realiza en el ámbito de la política económica y tecnológica (Griliches, 1990; Archibugi, 1992; OCDE, 2009; Hu, 2012). Por otra parte, es cierto que la generación de patentes permite el establecimiento de determinados tipos de relaciones de colaboración, tanto en el contexto nacional como en el internacional. Es decir, que las redes potencian la capacidad de innovadora de los agentes al facilitar el acceso a una gran variedad de activos tangibles e intangibles.

En ese sentido, los desarrollos teóricos más pioneros trataron de identificar si la innovación obedecía más que a un proceso lineal (Utterback, 1971; Rossegger, 1980) a un proceso multidireccional (Kline, 1985), o de manera más precisa a un proceso interactivo en el que confluían los diferentes agentes que forman el que se denominara sistema de innovación que ha sido analizado tanto desde el ámbito nacional (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Patel y Pavitt, 1998), como regional (Cooke, 2002; Cooke et. al 1997; Asheim, 2007) y sectorial (Malerba, 2002:2004). Por otro lado, Castellacci y Natera (2013) analizan cómo la dinámica de los sistemas de innovación está impulsada por la coevolución de dos dimensiones: la capacidad innovadora y la capacidad de absorción, donde el papel del capital humano, las relaciones y las instituciones, adopta un papel muy crítico para el desarrollo del país.

Durante las últimas décadas, el campo de la innovación ha sido testigo de un aumento de la complejidad tecnológica. Esto implica la presencia y participación de un mayor número de actores para promover soluciones a los problemas de la sociedad, siendo el modelo de innovación abierta uno de los más influyentes. Esta nueva aproximación de la innovación, basada en el concepto de innovación abierta de Chesbrough (2003), propone una combinación interdisciplinar de recursos y capacidades para la innovación y la cooperación con agentes externos. Desde entonces, han ganado auge los estudios llevados a cabo para entender mejor los aspectos relevantes de la innovación abierta (Dahlander y Gann 2010; Huizingh, 2011; Huang, 2013; Henkel, 2006:2014; Keupp, 2009; Lichtenthaler, 2008; OCDE, 2008; Chesbrough, 2014; Oumlil, 2016).

De igual modo, cabe reseñar la más reciente interpretación del Manual de Oslo (2018), sobre la perspectiva de las redes y la innovación abierta, destacándose la importancia de los flujos de conocimiento entrante y saliente en la ejecución de actividades de innovación, lo que ha llevado a subrayar tres conceptos claves: la cooperación, la colaboración y la co-innovación, esta última denominada “innovación abierta acoplada”, que ocurre cuando la colaboración entre dos o más socios resulta en una innovación (Chesbrough y Bogers, 2014; OCDE, 2018).

Por otro lado, diferentes autores han estudiado la internacionalización de la innovación, partiendo de las bases teóricas existentes y dando especial atención a la evolución de las empresas multinacionales y a la propensión a realizar actividades de innovación en el exterior (Cantwell, 1995; Cantwell y Mudambi, 2005; Cantwell y Piscitello, 2000; Cantwell y Santangelo, 2000; Dunning, 2009; Florida, 1997; Pearce, 1999; Zanfei, 2000; Durán, 2002:2004; Kotabe et al. 2002; Narula, 2010). Igualmente, se ha prestado especial atención a las redes externas que se desarrollan para realizar actividades comerciales y tecnológicas (Tether, 2002; Von Hippel, 1998:2005). La idea clave, en todo caso, es que

la capacidad de innovar está determinada por la capacidad de absorción, que depende del nivel previo de conocimiento de las empresas (Cohen y Levinthal 1990).

El fenómeno de la internacionalización, ha sido estudiado desde diferentes perspectivas económicas, siendo uno de los trabajos pioneros el de Ohlin (1933), que relacionó la teoría del comercio internacional y la teoría de la localización internacional de empresas. Siguiendo las nociones clásicas de la teoría del comercio internacional, Vernon (1966), elaboró un modelo relacionando con el ciclo de vida del producto y las decisiones de internacionalización de las empresas, introduciendo aspectos tales como los efectos de las economías de escala y la minimización de los costes de producción. En esa misma línea, surgió la teoría de la ventaja monopolística (Kindleberger, 1969; Hymer, 1976), que afirmaba que las empresas buscan la posesión de ventajas competitivas exclusivas (monopolio) para llevar a cabo inversiones productivas en el exterior. Asimismo, en los años 70, se analiza este fenómeno desde la teoría de los costes de transacción de Buckley y Casson (1976), con un enfoque dominante en el estudio de la empresa multinacional y las decisiones que tomaban de internalizar o exteriorizar sus actividades para la reducción de costes.

Así, el planteamiento central de la teoría de internacionalización parte del comercio internacional, la ventaja monopolística de las empresas, la reducción de costes de transacción y actividades realizadas más allá del ámbito nacional, lo que implicaría el surgimiento de las empresas multinacionales (EMN). Con una visión más contemporánea, Dunning (1981; 1995), elabora el denominado paradigma OLI (*Ownership, Localization, Internalization*), referente a la existencia de la empresa multinacional y la inversión directa extranjera (IDE). De este modo, resalta que la empresa debe poseer ventajas de propiedad o activos intangibles, que pueden ser de carácter estructural u organizativo o de conocimiento tecnológico entre otras. La ventaja de internalización, hace referencia a que, si la empresa posee dichas ventajas, puede también realizar actividades por sí misma de manera más eficiente. De igual manera, la ventaja de localización depende de la decisión de la empresa de producir e invertir en el exterior, evaluando la rentabilidad y las condiciones en el país de destino.

En este contexto, la generación y el intercambio de conocimiento a través de la cooperación científica y tecnológica a nivel global, ha impulsado considerablemente la participación activa entre distintos agentes del ámbito público y privado, como las universidades, centros de investigación, organismos internacionales y empresas entre otros. En este sentido, cabe resaltar que las universidades han ido consolidando su relevancia como agentes claves en la generación de entornos innovadores que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico (Carlsson et al. 2002). De este modo, más allá de las funciones básicas de docencia e investigación, se requiere que las universidades contribuyan a la sociedad a través de la creación, transferencia e intercambio de conocimientos y tecnologías (Bellucci et al. 2016).

Por tanto, la cooperación entre universidades e industrias puede facilitar la transferencia de conocimientos y estimular la producción de nuevos conocimientos y tecnologías (Leydesdorff y Meyer 2006; Enkel et al. 2009; Freitas et al. 2013). En esencia, las

universidades sirven como un canal a través del cual el intercambio y la explotación del conocimiento se vuelve más efectivo (Doloreux y Mattson 2008; Estrada et al. 2016).

Sin embargo, hay varios obstáculos que deben superarse antes de que se pueda llevar a cabo esta cooperación. Según Bruneel et al. (2010), hay dos tipos de barreras, las relacionadas con las diferencias en las orientaciones de la industria y la universidad y las barreras relacionadas con las disputas de propiedad intelectual y la administración universitaria. No obstante, los vínculos de colaboración son cada vez más importantes para el desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías, así como para la creación de nuevos productos (George et al. (2002). Por otro lado, Laursen y Salter (2004), examinaron los factores que influyen en la demanda empresarial de investigación universitaria y las formas en que se llevan a cabo actividades innovadoras. Los resultados de los autores sugieren que las empresas que adoptan estrategias de investigación "abiertas" e invierten en I + D tienen más probabilidades de cooperar con las universidades y lograr resultados satisfactorios.

Por su parte, la participación activa en actividades de innovación, también implica la presencia femenina aunque este aspecto haya sido menos tratado en el marco de la economía de la innovación. De hecho, estudios anteriores han demostrado que, en todos los niveles, ha existido una gran disparidad en los logros profesionales y en las oportunidades de mujeres (Etzkowitz, et al., 2000; Fountain, 2000). Es relevante, por lo tanto, analizar cómo ha sido la participación de las mujeres en distintos contextos sociales y, específicamente, en el de las actividades de ciencia y tecnología. Teniendo en cuenta la transversalidad de la perspectiva de género, se ha convertido en un principio de actuación de todas las políticas públicas, lo que implica la consideración de las desigualdades entre mujeres y hombres para el análisis, la planificación, el diseño y la ejecución de políticas equitativas. Comprender la naturaleza, el proceso y el contenido de los procesos colaborativos de investigación y desarrollo tecnológico puede proporcionar conocimientos estratégicos sobre la mejor manera de diseñar políticas gubernamentales en este ámbito (McKeever et al. 2014).

En definitiva, existen numerosos factores para continuar investigando la generación de nuevos conocimientos, el establecimiento de redes de colaboración en innovación y la conectividad internacional para promover políticas públicas orientadas a la búsqueda de soluciones para los desafíos a los que se enfrenta la sociedad, entre los que se encuentra la desigualdad de género.

## **1.2 Objetivos y preguntas de investigación.**

La colaboración es un instrumento importante para la creación y fortalecimiento de las capacidades nacionales dado que permite el intercambio de conocimientos a través de la creación de redes. En este marco, resulta conveniente analizar cuáles son las oportunidades que brinda la colaboración para contribuir a la definición de acciones innovadoras en España, teniendo en cuenta tanto la distinta naturaleza de las organizaciones e instituciones, como la cuestión de la igualdad de género. Igualmente, el creciente papel de la colaboración en el desarrollo científico y tecnológico, así como la internacionalización de las empresas y las instituciones, ha catalizado profundas

transformaciones políticas, económicas y sociales, y abre un marco de estudio acerca de la conectividad internacional.

El objetivo general de esta tesis es analizar la generación y transferencia de conocimientos, y la conectividad internacional a través del análisis de patentes, para determinar si está impulsada por empresas e inventores nacionales, conocer cuáles son las fortalezas institucionales, si existe brecha de género y si la conexión a las redes globales de innovación ejerce un papel tractor en España. Para desarrollar este objetivo, se formulan tres objetivos específicos.

El primer objetivo, es estudiar los patrones de colaboración internacional entre España y otros países para la creación de nuevos conocimientos en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El uso de las TIC es más crítico hoy que en el pasado, no solo creando oportunidades sino también planteando nuevos desafíos, en áreas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y el aprendizaje automático. Los activos intangibles (como el conocimiento y la información) desempeñan un papel central como fuente de ventajas competitivas que están determinadas en gran medida por el nivel de innovación de los países. A este respecto, las preguntas de investigación que en esta tesis se plantean son, en primer lugar, si España muestra una trayectoria exitosa en materia de creación de conocimientos vinculados a las TIC; en segundo lugar, si su vinculación con inventores de otros países resulta determinante para la generación de patentes y, en tercer lugar, si es posible observar un patrón de concentración geográfica en este campo que facilite también el intercambio de conocimiento tácito.

El segundo objetivo consiste en examinar la evolución y rendimiento tecnológico de las universidades españolas para identificar patrones dominantes de colaboración, en entornos nacionales e internacionales, a través de asociaciones con empresas privadas, centros de investigación, y otras universidades. Las universidades son una fuente importante de conocimiento y de capacidades dentro de la economía del conocimiento, durante décadas han perseguido la misión de la educación superior, y con el tiempo se han convertido en actores muy relevantes en la investigación, el desarrollo tecnológico y, cada vez más, la innovación. Como instituciones científicas a cargo de la generación y transferencia de conocimiento, representan una faceta clave en el desarrollo de sistemas nacionales y locales de innovación, así como una fuente importante de conocimiento y colaboración internacional. De ahí que las preguntas de investigación a las que se atiende sean, en primer lugar, conocer cuál ha sido la trayectoria tecnológica de las universidades españolas durante las últimas décadas; en segundo lugar, analizar en qué medida la generación y transferencia de conocimientos por parte de las universidades españolas, contribuye al desarrollo de entornos innovadores; y, por último si existe un dominio de las conexiones nacionales o internacionales para la generación de patentes universitarias en España.

El tercer objetivo consiste en explorar la dinámica de la participación de las mujeres en actividades de innovación, medido a través de su aportación como inventoras en las patentes concedidas, así como su inserción en redes de colaboración nacionales e internacionales. Estas cuestiones son importantes ya que contar con datos desagregados por género en el campo de la innovación tecnológica en España, podría ayudar a los

encargados de la toma de decisiones para elaborar políticas de base empírica y delinear soluciones potenciales para hacer frente a los desequilibrios en este campo. En concreto se pretende contestar a las siguientes preguntas. En primer lugar, en qué proporción de patentes con participación española corresponden a hombres, mujeres y/o a equipos mixtos; en segundo lugar, si la contribución de las mujeres es más evidente en las patentes generadas por equipos mixtos; tercero, en qué campo tecnológico es mayor la participación femenina y, por último, en qué medida la participación femenina está más inmersa en redes de colaboración de carácter nacional o de carácter internacional.

La tabla (1. 1) resume los objetivos, la metodología y la estrategia de publicación de los artículos. Se puede encontrar información detallada sobre la metodología en el capítulo correspondiente de cada trabajo.

### **1.3 Estructura de la tesis**

La tesis se divide en cuatro capítulos adicionales a esta introducción: El capítulo II, contiene un análisis de los patrones de colaboración internacional entre España y otros países para la creación de nuevos conocimientos en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El capítulo III, incluye un análisis exploratorio de la colaboración tanto nacional como internacional, basada en el rendimiento tecnológico de las universidades españolas, destacando que, al igual que en muchos otros países, las universidades han ido consolidando su papel como centros de producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. El Capítulo IV, explora empíricamente la participación de la mujer en actividades de innovación y su contribución para la generación de patentes españolas. Finalmente, el capítulo V recapitula las principales conclusiones de la investigación, así como las implicaciones políticas.

**Tabla 1.1 Estructura de las tesis**

<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Metodología</b>	<b>Estrategia de publicación</b>	<b>Contribuciones</b>
Analizar la generación y transferencia de conocimientos, y la conectividad internacional a través del análisis de patentes, para determinar si está impulsada por empresas e inventores nacionales, conocer cuáles son las fortalezas institucionales, si existe brecha de género y si la conexión a las redes globales de innovación proporciona la tracción en España.	Estudiar los patrones de colaboración internacional entre España y otros países para la creación de nuevos conocimientos en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la literatura.</li> <li>- Análisis de patentes (USPTO), período 1976-2014</li> <li>- Clasificación tecnológica (Hall et al. 2001).</li> <li>-Índice de dispersión geográfico</li> </ul>	Competitiveness Review: An International Business Journal Vol. 30 No. 3, 2020, pp. 355-371  DOI 10.1108/CR-08-2019-0072  (Q1)	<b>Artículo 1.</b>  International connectivity in the generation of information and communication technology in Spain
	Examinar la evolución y rendimiento tecnológico de las universidades españolas para identificar patrones dominantes de colaboración, en entornos nacionales e internacionales, a través de asociaciones con empresas privadas, centros de investigación, y otras universidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la literatura.</li> <li>-Análisis de patentes (USPTO), período de 1990 a 2017.</li> <li>- Clasificación tecnológica WIPO, (Schmoch 2008).</li> <li>- Modelo econométrico</li> </ul>	Journal of Technology Transfer  (en proceso de envío a la revista)	<b>Artículo 2.</b>  Collaboration and technology transfer of Spanish universities
	Explorar la dinámica de la participación de las mujeres en actividades de innovación, medido a través de su aportación como inventoras en las patentes concedidas, así como su inserción en redes de colaboración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la literatura.</li> <li>- Análisis de patentes (USPTO), período de 1976 a 2019.</li> <li>- Clasificación tecnológica WIPO, (Schmoch 2008).</li> <li>-Contribución femenina en patentes y redes de colaboración por género.</li> </ul>	Gender & Society  (en proceso de envío a la revista )	<b>Artículo 3.</b>  The gender gap in Spanish patents





## **CAPITULO II. CONECTIVIDAD INTERNACIONAL EN LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN ESPAÑA.**

### **2.1 Introducción**

El interés en el análisis de la conexión internacional de España, y más específicamente en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), está impulsado por su papel central en la era digital y el hecho de que el desarrollo de las TIC es un factor determinante de competitividad. Este sector requiere esfuerzos sustanciales de I + D y una base tecnológica sólida, lo que amplifica la necesidad crítica de estar conectado a redes de conocimiento dispersas internacionalmente. Los activos intangibles (como el conocimiento y la información) desempeñan un papel central como fuente de ventajas competitivas que están determinadas en gran medida por el nivel de innovación de los países. Esta dinámica define una relación positiva entre los activos intangibles y el crecimiento económico.

El uso de las TIC es más crítico hoy incluso más de lo que lo ha sido en el pasado, no solo porque contribuye a crear oportunidades sino porque también plantea nuevos desafíos en áreas de futuro tales como las de la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la automatización. Esto también impone cambios importantes en la forma en que se organizan las empresas. La inteligencia artificial puede permitir a las compañías multinacionales identificar nichos de mercado y desarrollar innovaciones en tiempo real (Iammarino et al., 2017). Por lo tanto, este sector puede aprovechar la complementariedad de los activos tangibles e intangibles como un elemento esencial para el desarrollo de actividades de innovación y el establecimiento de redes de colaboración entre diferentes actores.

El análisis que en este capítulo se plantea, tiene el objetivo de explorar los patrones de colaboración internacional en la generación de conocimiento de las TIC entre España y otros países. Lo que se obtiene, como principal contribución, es la existencia de un patrón en el que coexisten fuerzas de dispersión internacional y de concentración nacional. Se han utilizado datos de patentes de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos (USPTO), para el período 1976-2014 con el propósito de analizar la conectividad internacional en TIC de España. El estudio de los vínculos individuales y organizacionales en los procesos de desarrollo relacionados con la innovación, se ha utilizado en análisis anteriores como una herramienta efectiva para comprender tanto los patrones de dispersión internacional de actividades que involucren la creación de conocimiento tácito (Cano-Kollmann et al., 2013), como algunos estudios específicos de la industria (Lei et al., 2013).

Un segundo objetivo de la investigación es identificar la ubicación de los inventores españoles, para analizar la distribución geográfica dentro del país, a nivel regional. El interés está en que España está clasificada como un país innovador moderado dentro del contexto europeo, especialmente en los sectores de alta tecnología (Comisión Europea, 2018), en el que persisten notables disparidades regionales. Esto justifica que se haya optado por la creación de alianzas estratégicas para obtener conocimiento externo cuando

la complejidad tecnológica es alta (Guellec y Van Pottelsberghe, 2000). Estas “tuberías” a través de las cuales circula el conocimiento, generalmente se centran en centros particulares dentro del país. Además, estas redes de conectividad permiten a los países que no están a la vanguardia de la innovación, la adquisición y transmisión de conocimiento tácito, que generalmente no está disponible en los grupos de conocimiento interno, relativamente poco profundos. Además, estas colaboraciones, a menudo conducen a la codificación del conocimiento a través de patentes.

La estructura del capítulo es la siguiente: En la sección dos, se revisa la literatura existente, atendiendo particularmente a la importancia de las patentes como indicador de internacionalización y del sector de las TIC en España. En la sección tres, se describe la metodología utilizada, las características de la base de datos de la USPTO, y las referencias para la identificación de categorías tecnológicas. La sección cuatro contiene los principales hallazgos relacionados con la colaboración internacional a través de patentes que muestran coinventiones en el sector de las TIC. Finalmente, se presentan, para concluir, las observaciones finales en la sección cinco.

## **2.2 Antecedentes**

### **2.2.1 Internacionalización de la tecnología e innovación**

El modelo de la ventaja competitiva de las naciones de Michael Porter (1990), afirma que existen ciertas condiciones nacionales que influyen en la capacidad de competir en los mercados internacionales y que la competitividad de un país, dada su estructura industrial y económica depende de la capacidad para innovar. El autor, hace también una aproximación en sentido amplio, sobre las nuevas tecnologías como verdaderas fuentes de ventajas competitivas.

Otros trabajos han destacado que la internacionalización representa un proceso de acumulación de experiencia y conocimiento, así como el modelo de Uppsala de Johanson y Wiedersheim (1975), afirma que la empresa recorre un camino para expandirse a nuevos mercados y a medida que va adquiriendo experiencia en las actividades realizadas en el exterior, incrementará de forma gradual sus recursos en un país determinado, hasta alcanzar un grado más alto de internacionalización (Rialp y Rialp, 2001). Desde la perspectiva de redes se explica el proceso de internacionalización como un desarrollo lógico de las redes organizativas y sociales de las empresas (Björkman y Forsgren, 2000), así como la interacción con diferentes actores. En este contexto, Johanson y Mattson (1998), estudiaron las relaciones de las redes internacionales, en tres dimensiones la extensión, la penetración y la integración de las redes como elementos claves para el desarrollo de ventajas competitivas.

Por otro lado, la contribución pionera de Archibugi y Michie (1995) identifica las diferentes dimensiones de la internacionalización de la tecnología: explotación, colaboración internacional y generación global. La conectividad internacional está presente en todas estas dimensiones. En particular, el aspecto relevante de dicha conectividad son las relaciones establecidas entre inventores ubicados en diferentes países que trabajan juntos para el desarrollo de innovaciones.

La clave es que los sistemas de innovación se están volviendo cada vez más complejos y se extienden geográficamente más allá de las fronteras nacionales, mientras que las cadenas de valor globales describen un mapa integrado por actividades más finas y desagregadas entre países que también tiene efectos en los aspectos tecnológicos y de innovación. Estos procesos contribuyen a una creciente interconexión de los países. No obstante, el conocimiento, incluso dentro de los grupos, no circula libremente. Tiende a permanecer dentro de "comunidades epistémicas" relativamente cerradas, centradas en expertos en cada campo específico (Lissoni, 2001). Dentro de las redes de esas comunidades epistémicas, los inventores que poseen patentes tienden a ser más centrales, lo que significa que tienden a ser elementos centrales en los que pivota y circula el conocimiento y la información (Balconi et al., 2004).

Por lo tanto, aunque las patentes pueden ser la "punta del iceberg" dentro de un sistema nacional de innovación, son vitales para la identificación de esas comunidades y centros epistémicos donde se concentra la producción y transmisión del conocimiento. Esto es particularmente importante en el caso de países intermedios como España (Álvarez y Molero, 2005; Álvarez y Marín, 2019), que dependen de los vínculos con otros centros de excelencia para complementar sus grupos de conocimiento relativamente poco profundos. Además, dado que la globalización ha facilitado el acceso a nuevos conocimientos, independientemente de la ubicación (Archibugi y Lammarino, 2002), así como la competencia globalizadora (Narula y Hagedoorn, 1998), el mapeo de esas relaciones hace que la huella de estas redes sea muy transparente.

La colaboración internacional está motivada por sus beneficios directos y habilitada por el rápido progreso en telecomunicaciones y transporte, que aumenta la coordinación y reduce los costos organizacionales (Narula, 2003). El establecimiento de actividades de colaboración para la generación de nuevos conocimientos en diferentes contextos define una estrategia de innovación abierta. Esto incluye alianzas de colaboración con otras organizaciones, la contratación de actividades de I + D, la gestión de la propiedad intelectual-industrial y la búsqueda de fuentes externas de conocimiento (Chesbrough, 2003; Cano-Kollmann et al., 2016).

Como sostienen Cantwell y Santangelo (1999; 2000), el conocimiento tácito no es fácilmente codificable, es difícil de comunicar, imitar o medir, y su transmisión a menudo requiere interacción cara a cara. La generación y difusión del conocimiento depende cada vez más de la combinación e intercambio de información tácita (Polanyi, 1966; McFadyen y Cannella, 2004). Las actividades que involucran conocimiento tácito se dispersan geográficamente solo cuando el conocimiento está integrado localmente, es único y especializado o cuando existen redes organizacionales complejas (Cantwell y Santangelo, 1999; 2000). Esto último implica que "los líderes tecnológicos están a la cabeza de la dispersión internacional de la actividad " (Cantwell, 1995), lo que significa que solo las empresas líderes poseen la capacidad para llevar a cabo este tipo de I + D de manera efectiva, a través de equipos dispersos geográficamente.

### **2.2.2 Las patentes como medida de la internacionalización**

Si bien las patentes constituyen un documento legal, que concede un derecho de propiedad intelectual, generalmente son el resultado de actividades exitosas de I + D y, a menudo, proporcionan información detallada sobre tales actividades. Los documentos de patentes son derechos otorgados por el Estado a los inventores como consecuencia de la publicación de sus inventos, por un período de tiempo específico y bajo ciertas condiciones, lo que les otorga la exclusividad de la explotación comercial de tales inventos. A su vez, los datos de patentes representan una valiosa fuente de información relacionada con el desarrollo tecnológico y la colaboración. De hecho, los derechos de propiedad industrial se han utilizado ampliamente como representación del conocimiento tecnológico explícito acumulado (Patel y Pavitt, 1997).

Los trabajos dentro de la visión basada en recursos y aquellos centrados en las capacidades, con frecuencia hacen uso de patentes como una medida de creación interna de conocimiento tecnológico; es decir, como indicador de innovación (Hannigan et al., 2015; Alcacer et al., 2016). El análisis de patentes también es apropiado para la investigación de las relaciones de colaboración que ocurren en las actividades inventivas. Por lo tanto, la información sobre la invención conjunta puede usarse para construir mapas de las redes sociales complejas y para medir sus propiedades estructurales (Wasserman y Faust, 1994). En consecuencia, Cantwell y Santangelo (1999) utilizan datos de patentes otorgados a las empresas más grandes del mundo en los Estados Unidos entre 1969 y 1995, siguiendo la clasificación de la USPTO para analizar la ubicación internacional y la dispersión de diferentes tipos de tecnología. Del mismo modo, Lee et al. (2016) estudian el sistema de innovación japonés a través de redes de coinventión, utilizando la misma base de datos para el período 1975-2004. Otros estudios, como Cano-Kollmann et al. (2014) y Qiu et al. (2017) utilizan las patentes para analizar la dispersión geográfica de las redes de inventores en regiones periféricas de Europa.

Sin embargo, existen algunas limitaciones en el análisis de patentes como indicador del desarrollo tecnológico. Lo más relevante es que solo una fracción de todas las innovaciones están patentadas, y también que algunos inventos no son técnicamente patentables, porque, entre otras razones, en ciertos sectores el ciclo de vida de los productos es muy corto (Basberg, 1987, Pavitt, 1998). Otra limitación importante es que las patentes son indicadores deficientes de producción de innovación para sectores en los que la mayoría de las innovaciones no están patentadas (Hu, 2012). No obstante, a pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo una fuente única para analizar el proceso de cambio técnico y las invenciones más valiosas tienden a patentarse en los sistemas de patentes más importantes, particularmente en la USPTO. Nada más se acerca en términos de la cantidad de datos disponibles y el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico (Griliches, 1990).

### **2.2.3 El sector de las TIC en España**

España, como otras economías avanzadas, ha hecho un gran esfuerzo para promover el sector de las TIC, intentando convertirlo en un sector estratégico. Sin embargo, la situación de relativo atraso tanto en la dotación como en el uso de las TIC en España, en comparación con otras economías líderes en Europa y Estados Unidos, ha sido un foco de atención tanto para los académicos como para los responsables políticos.

La mayoría de los estudios anteriores sobre el sector de las TIC en España se ha centrado en su efecto sobre el crecimiento económico (Gorriti y Ruiz, 2005; Myro, 2009), así como en los vínculos entre TIC y la productividad (Villaseca y Torrent, 2008; Hernando y Núñez, 2002). Villaseca y Torrent (2008) sostienen que la industria de las TIC en España es muy diversa y, por esta razón, existe un amplio potencial para aumentar la colaboración dentro de la industria. En un trabajo posterior, mediante un análisis de patentes para el período 1999-2007, Calderón (2010) hallaba que la liberalización del sector de las TIC proporcionó incentivos para que las empresas aumentasen la colaboración, probablemente fomentando la innovación abierta dentro de la industria. Por su parte, Valdalisio (2011), estudió el País Vasco, una región donde los responsables políticos fomentaron la agrupación de la economía local, detectándose que el clúster de alta tecnología en los sectores de electrónica y TIC fue uno de los más exitosos; los autores atribuyeron esto a la efectividad de los enlaces de conocimiento tanto dentro como fuera del grupo.

Sin embargo, a pesar de algunos focos de innovación, el nivel de desarrollo en el sector sigue por debajo del correspondiente a los países europeos. Rojo y Gómez (2006) concluyen que el bajo número de patentes y la baja producción de publicaciones internacionales muestran que la capacidad de absorción es insuficiente, así como escasa la madurez en el sector español de las TIC. Otros también han descrito el desarrollo poco impresionante del sector y su pequeño stock de capital (Gorriti y Ruiz, 2005; Ontiveros et al. 2004; Núñez, 2001; Banegas, 2003; Bayo-Moriones, y Lera-López, 2007).

Esta posición de desventaja relativa, en un sector tan estratégico, empujó al gobierno español a promover la Agenda Digital Nacional, un programa con objetivos tales como el despliegue de redes y servicios para mejorar la conectividad digital, el desarrollo de la economía digital, el aumento de la competitividad y la internacionalización de las empresas españolas, la promoción de I + D en industrias emergentes, la promoción de la inclusión y la alfabetización digital, y la formación de nuevos profesionales de las TIC (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2013).

## **2.3 Metodología**

En 1998, los países de la OCDE acordaron definir el sector de las TIC como una "combinación de las industrias manufactureras y de servicios que recopilan, transmiten y muestran datos e información electrónicamente" (OCDE, 2002). Este fue el primer paso para obtener indicadores sectoriales medibles. El interés de analizar el sector de las TIC se justifica, además, por sus efectos socioeconómicos indirectos, y su efecto en el

crecimiento de la competitividad y la productividad de los países (Lee, 2008). Las TIC contribuyen a una mayor acumulación de capital por trabajador y también generan efectos indirectos en el ámbito del conocimiento (OCDE, 2003). En España, el gobierno ha tratado de promover las TIC y el desarrollo de la Sociedad de la Información a través de una variedad de programas, incorporando nuevas tecnologías en educación y capacitación, y apuntando a mejorar la competitividad de las PYME (Álvarez y Magaña, 2007).

Diferentes estudios se han centrado en las relaciones entre las TIC y el análisis de citas, utilizando datos de patentes (Corrocher et al., 2007, Shin y Park, 2007, Sorenson et al., 2006). Otros autores tales como Lee et al. (2009), investigan el proceso coevolutivo del sector de las TIC en Corea, utilizando la base de datos de patentes de la USPTO para estimar tanto la producción como la difusión tecnológica, mientras que otros analizan la convergencia tecnológica utilizando la Clasificación Internacional de Patentes (Kim et al., 2014).

Aquí se ha optado por utilizar la base de datos de patentes de la USPTO para llevar a cabo el análisis de la generación de conocimiento entre España y otros países en el sector de las TIC. Esta fuente de datos proporciona información sobre invenciones de casi 40 años. Cabe destacar que no todas las innovaciones que se realizan fuera de los EE. UU., están patentadas en la USPTO. Sin embargo, debido a que se trata de entender la conexión entre España y las redes de innovación que abarcan a varios países, es más probable que estas colaboraciones con empresas e inventores ubicados en todo el mundo se capturen en las patentes de la USPTO, una mejor alternativa a las patentes presentadas en las oficinas nacionales de patentes. Esta base de datos incluye información sobre todos los inventores y solicitantes que figuran en cada patente, incluida la ubicación específica y las clases tecnológicas.

Cabe señalar que la Oficina Europea de Patentes (EPO) proporciona información solo para países de solicitantes e inventores, pero no direcciones específicas y también requiere realizar consultas individuales para cada tipo de datos. Por lo tanto, la USPTO es una fuente más apropiada para investigar la conectividad internacional en el sector de las TIC e identificar inventores y solicitantes relevantes. Además, según los datos de la OCDE, solo hay 634 patentes de TIC otorgadas a España entre 1999 y 2015. El conjunto de datos de la USPTO contiene un mayor número de patentes durante un período de tiempo más largo.

Especial atención requieren las patentes que reflejan un proceso de coinvencción, lo que significa que un equipo, en lugar de un individuo, fue la unidad responsable de la invención. La coinvencción se ha utilizado previamente para explorar los patrones de colaboración (Ejermo y Karlsson, 2006; Cano-Kollmann et al., 2013). Estas redes de conocimiento entre inventores, ubicadas conjuntamente o en diferentes lugares, se centran en los solicitantes. El solicitante de una patente es el propietario de la misma y, en la mayoría de los casos, es una organización (una empresa, una universidad, una institución de investigación, etc.), aunque también puede ser una o varias personas. En resumen, considerando tanto los inventores como los solicitantes, es posible distinguir las siguientes opciones:

i) Patentes nacionales: cuando tanto el inventor como el solicitante se encuentran en España.

ii) Patente conectada internacionalmente: cuando al menos uno de los dos agentes, solicitante o inventor, se encuentra en España, y al menos un solicitante o inventor se encuentra en el extranjero.

Siguiendo a Cano-Kollmann et al. (2016; 2018), la colaboración para la generación de conocimiento puede estar concentra geográficamente o estar dispersa, dado su nivel de complejidad y la participación de inventores y solicitantes. Por lo tanto, aquí se analiza la invención conjunta tanto en las patentes nacionales como en las patentes conectadas internacionalmente, utilizando varios indicadores que permiten comprender en qué medida el sistema español de innovación de las TIC depende de la colaboración internacional para su crecimiento.

Para ello, en un primer paso se mide el número de inventores enumerados en cada patente, lo que genera un indicador básico de colaboración, en el que no se distingue la ubicación de los agentes.

En un segundo paso, se procede a construir un índice de dispersión geográfica, siguiendo a Hannigan et al. (2015), que se calcula de la siguiente manera:

$$Dispersion = 1 - \sum_{i=1}^N Si^2$$

Dónde: Si, es la proporción de inventores ubicados en el país i y N es el número de países de los inventores que aparecen en una patente. El índice es básicamente una inversión del conocido índice de Herfindahl de concentración. Adopta valores entre 0 y 1, de tal manera que, 0 representaría dispersión nula (o que todos los inventores están en el mismo país), de tal manera que el número se acercará asintóticamente a 1 a medida que crece el número de países.

A continuación, en tercer lugar, se calcula el número total de países inventores cada año. Este es el número de países en los que se encuentran los inventores. Esto nos da una medida más integral de la dispersión geográfica, a nivel agregado en lugar del nivel de patente individual.

Por último, se observa en qué medida las patentes de cada año están conectadas internacionalmente, bien porque tengan un inventor bien un solicitante, ubicado fuera de España. Todos estos indicadores, en conjunto, permiten obtener una visión general de la huella internacional del sistema de innovación español en el sector de las TIC.

Para construir estos indicadores, se analiza y edita la base de datos original obtenida de la plataforma PatentsView. El número de patentes con participación española (inventor o solicitante) fue de 15.229 patentes. Se revisa la ubicación para colocar cada patente en el espacio geográfico e identificar la colaboración tecnológica para la generación de patentes entre España y otros países. Finalmente, se seleccionaron las patentes en el sector de las TIC y así poder analizar la distribución geográfica de inventores y solicitantes.

La clasificación tecnológica propuesta por Hall et al. (2001), y posteriormente llamada "clasificación de tecnologías NBER", propone una simplificación de la taxonomía de las clases tecnológicas de patentes de la USPTO. Mientras que la USPTO enumera cientos de clases, la taxonomía NBER las clasifica en tan solo seis categorías: 1) Química, 2) Computadoras y comunicaciones, 3) Drogas y medicina, 4) Eléctrica y electrónica, 5) Mecánica, 6) Otras. También hay 36 subcategorías que proporcionan una taxonomía más fina. Se seleccionó la categoría 2, correspondiente a Computadoras y comunicaciones, para identificar cuántas patentes correspondían a las TIC. En particular, dentro de esta categoría, hay cinco subcategorías: 21) Comunicaciones; 22) Hardware y software de computadora; 23) periféricos de computadora; 24) almacenamiento de información; y 25) Métodos y software de negocios electrónicos.

El siguiente paso fue observar la evolución temporal de la actividad de patentes asociada con los solicitantes o inventores españoles, en función de la fecha de concesión de las patentes relacionadas, a lo largo del tiempo. Hay dos formas de clasificar las patentes; el primero es por fecha de solicitud y el segundo es por fecha de concesión. La fecha de solicitud tiene la ventaja de representar la primera comunicación formal de una invención (Schild, 1999; Balconi et al, 2004; Breschi et al., 2007).

Sin embargo, este método genera truncamiento en datos recientes, ya que las solicitudes de patentes de los últimos años pueden no haberse otorgado todavía (Hannigan et al, 2015). Por lo tanto, se eligió la fecha de concesión. Se Considera el 2014 como el último año de nuestro conjunto de datos. A partir de 2015, la USPTO eliminó la clasificación de tecnología NBER para adoptar una taxonomía llamada CPC (Cooperative Patent Classes). Por lo tanto, para incorporar los años 2015-2018, ha sido necesario involucrarse y llevar a cabo un importante esfuerzo de reclasificación manual, haciendo coincidir las clases de CPC con las categorías NBER anteriores. Cabe afirmar que, a pesar del esfuerzo, adoptar o no dicho enfoque no hubiera cambiado los resultados significativamente.

## **2.4 Análisis de las patentes TIC en España**

### **2.4.1 Una visión general**

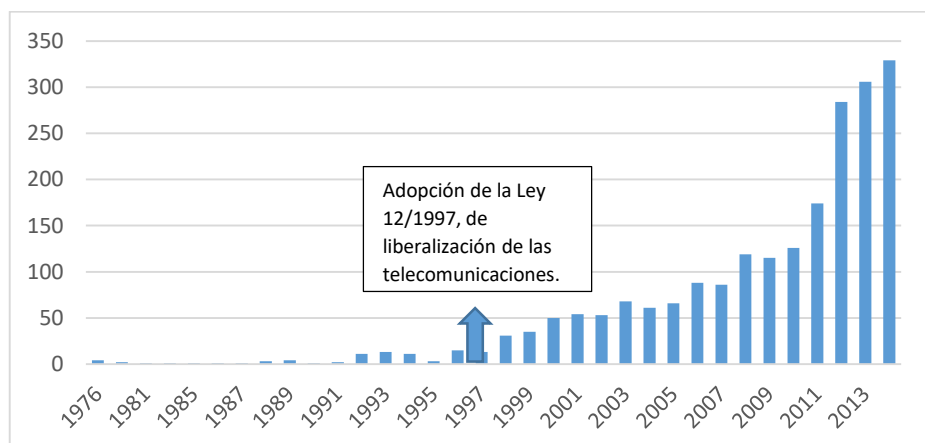
En el período comprendido entre 1976 y 2015, hay un total de 15.229 patentes otorgadas que incluyen al menos un solicitante o un inventor ubicado en España. De ese total, el 15% corresponde a la categoría de TIC (2.260 patentes). Se ha optado por eliminar el año 2015 debido al cambio en el sistema de clasificación previamente comentado, por lo que nuestro conjunto de datos final contiene 2.132 patentes para el período 1976-2014. Entre estas patentes, 1.604 (75,2%) tienen uno o más solicitantes extranjeros y 950 (44,6%) tienen uno o más inventores extranjeros. En total, 1.642 patentes (77%) están conectadas internacionalmente, ya sea a través de solicitantes o inventores ubicados fuera de España. Solo el 23% de las patentes son puramente nacionales, con solicitantes e inventores ubicados en España. Por lo tanto, el sistema de innovación de las TIC en España parece estar claramente avalada por sus conexiones con organizaciones e individuos extranjeros.



La evolución temporal de las patentes en el sector de las TIC muestra un crecimiento positivo pero reciente: Gráfico 2.1. Esta tendencia de crecimiento comienza con niveles muy bajos de actividad de patentes en los años setenta y ochenta, seguida de un crecimiento modesto en los años noventa y una aceleración significativa en los años 2000. La razón principal del comienzo lento es que España se vio inmersa en una crisis económica particularmente grave, durante los años setenta y la primera mitad de los ochenta, que retrasó la evolución del sector. Entre 1985 y 1989, se asistió a una recuperación económica significativa, que produjo un impacto en la producción de patentes desde principios de los años noventa. Este subperíodo coincidió además con la integración de España en la Comunidad Económica Europea (ahora Unión Europea) en 1986. La integración europea y los cambios acaecidos, así como la inyección de recursos europeos consecuencia de las políticas estructurales, parecen haber sido fuerzas que contribuyeron a estimular la inversión productiva y la adopción de medidas favorables para la renovación de equipos y técnicas que impulsara la modernización de la economía española.

El proceso de recuperación de España en los noventa también se extendió al sector de las TIC. Uno de los hitos en este proceso fue la Ley 12/1997, que liberalizó las telecomunicaciones y anticipó la introducción de la competencia en el sector. Un año después, la Ley 11/1998 estableció un régimen totalmente liberalizado en la provisión de servicios y operación de redes de telecomunicaciones. A partir de ese momento, el sector se abrió a la libre competencia entre operadores, fomentando el uso de servicios tecnológicos y el despliegue de banda ancha. Esto crearía un terreno fértil para la I + D, que se manifestó en un aumento significativo en la producción de patentes. Igualmente, cerca del cambio de siglo, alcanzó más de 300 patentes al año en 2013 y 2014, con un aumento del 400% desde mediados de la década de 2000. Sin embargo, a pesar del impresionante crecimiento, España sigue estando por detrás de otros países europeos y de Estados Unidos en este ámbito tecnológico.

**Gráfico 2.1 Patentes TIC otorgadas asociadas a España, 1976-2014**



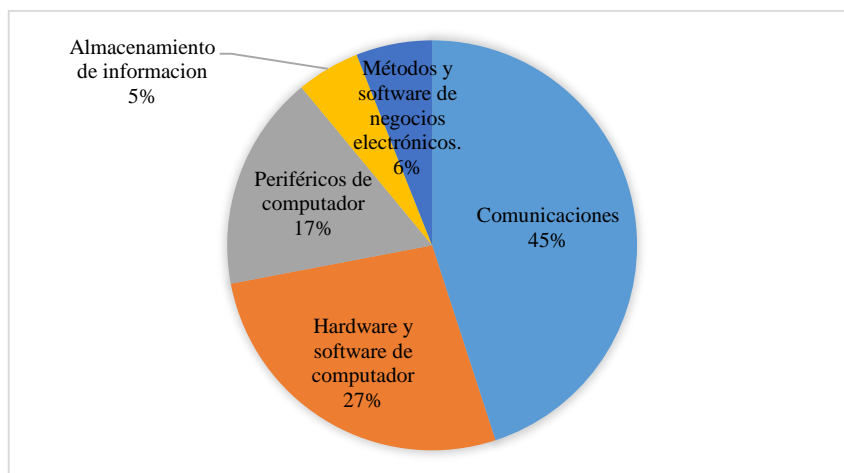
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Este retraso también se refleja en el Índice de Ventajas Tecnológicas Reveladas (VTR) en las TIC. El indicador de VTR muestra la posición relativa de un país con respecto a un

campo tecnológico particular en el mundo. Se define como la "*participación de las patentes en un campo de tecnología particular dividido por la participación del país en todos los campos de patentes. El índice es igual a cero cuando el país no posee patentes en un sector determinado; es igual a 1 cuando la participación del país en el sector es igual a su participación en todos los campos (sin especialización); y superior a 1 cuando se observa una especialización positiva*". Según los datos de VTR, la desventaja relativa española es clara. Los valores más altos en el período 1997-1999 corresponden a los Estados Unidos, Suecia y Japón, todos con valores superiores a 1, mientras que el puntaje de España (0,43) no solo es mucho más bajo que los promedios de la UE (0,87) y la OCDE (0,82), sino que también es más bajo que el correspondiente a países emergentes tales como los BRIICS (promedio 0,56). Una década después (2007-09), España había mejorado su puntaje (0,62), pero aún seguía estando rezagado con respecto a los países antes mencionados.

En términos de subcategorías, Comunicaciones fue la más representativa, con el 45% de la producción (Gráfico 2.2). Estas patentes están principalmente relacionadas con la generación y / o recepción de señales digitales, transmisión de datos en redes de telecomunicaciones, dispositivos de comunicación móvil y procedimientos para determinar la presencia de señales en bandas de frecuencia, entre otros. Las organizaciones con el mayor número de patentes en esta subcategoría son EMN tales como Bell Telephone Laboratories, Alcatel, Telefónica, Ericsson y Siemens. La mayoría de estas empresas ofrecen equipos y soluciones para redes de acceso móvil, protocolos de Internet (IP), redes de transmisión y mercados de medios en todo el mundo.

**Gráfico 2.2 Patentes TIC por subcategorías tecnológicas, España, 1976-2014**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Hardware y software de computadoras, es la segunda subcategoría, con el 27% de las patentes. Un número significativo de estas patentes se relaciona con la transferencia de datos y la imagen de múltiples computadoras. La tercera subcategoría, Periféricos, representa el 17% de la producción; 349 patentes corresponden a la impresión incremental de información simbólica (es decir, dispositivos y métodos que pueden realizar, bajo control directo de la computadora, textos o imágenes de puntos individuales creados en

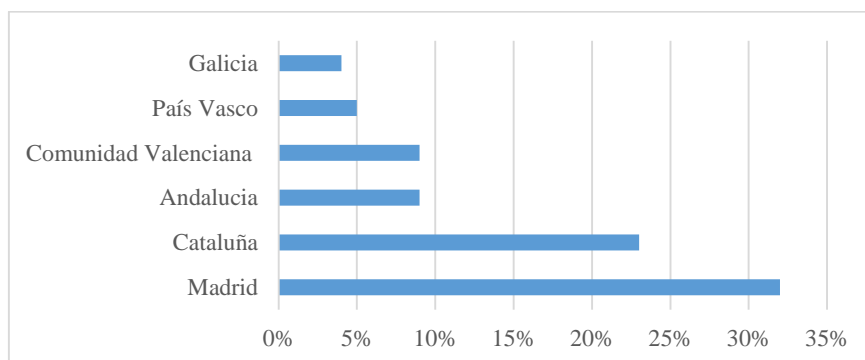
un medio de impresión). Las otras subcategorías representan menos del 6%, como los métodos comerciales electrónicos (6%) y el almacenamiento de información (5%).

Otra consideración importante es la distribución geográfica de inventores y de organizaciones dentro de España. Si bien el 77% de las patentes están conectadas internacionalmente, también están muy concentradas en solo tres regiones o "Comunidades Autónomas". Cataluña, Madrid y el País Vasco, en ese orden, representan el 88% de las patentes asociadas a solicitantes o inventores españoles. El 12% restante se distribuye en otras regiones como Andalucía, Aragón, Canarias, Baleares, Valencia y Galicia. Esta concentración está altamente correlacionada tanto con las inversiones en I + D como con la presencia de empresas que operan en este sector establecidas en estos lugares: gráfico 2.3. El panorama general del territorio español es casi plano en términos de innovación en TIC, interrumpido por tres picos notables donde se concentra la actividad. Estos tres grupos de innovación en TIC coinciden con los tres centros industriales más conectados internacionalmente de la economía española.

Aunque Cataluña muestra una actividad de patentes relativamente alta, la mitad de sus patentes están vinculadas a la empresa española FRACTUS, S.A., pionera en el desarrollo de antenas internas para teléfonos inteligentes, tabletas e Internet de las cosas. Por otro lado, MEDIA PATENTS, S.L. posee el 20% de las patentes y su objetivo principal es el desarrollo, programación y comercialización de software y componentes. También hay varias empresas y universidades como la Universidad Politécnica de Cataluña y Pompeu Fabra. El segundo centro, Madrid, produce el 38% de las patentes con coinventiones nacionales, y estas están vinculadas a un puñado de empresas como TELEFÓNICA de España, S.A., AIRBUS Operations SAS, Alcatel y EADS Construcciones Aeronáuticas.

La distribución regional de la producción de patentes de TIC sigue, en gran medida, el mismo patrón geográfico que las empresas del sector, según otras fuentes (Gráfico 2.3). Las mayores diferencias son que el grado de concentración en Madrid y Cataluña es menor, y que el País Vasco (tercero en producción de patentes) ocupa el quinto lugar en términos de ubicación de empresas. Madrid y Cataluña representan una mayor proporción de patentes que de empresas, probablemente porque las empresas más grandes (que patentan más) se encuentran en estas regiones.

**Gráfico 2.3 Presencia de empresas TIC en España, por regiones, 2010 – 2014**



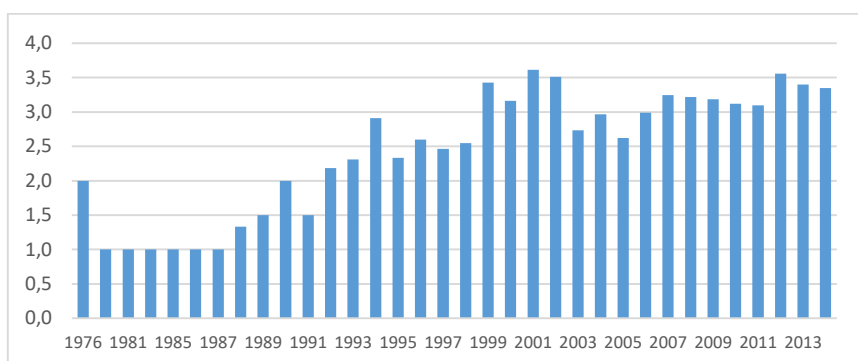
Fuente: ONTSI, 2016.

### 2.4.2 Colaboración internacional sobre patentes en el sector de las TIC

La producción de patentes de TIC en España está claramente impulsada por la conexión con grupos de conocimiento extranjeros, tal como se ha descrito en la sección anterior. Dado que el 75,2% de las patentes (1.604) tienen uno o más solicitantes extranjero, pero solo el 44,6% (950) tienen inventores extranjeros, el patrón más común es que al menos uno de los inventores ubicados en España trabaja para una empresa ubicada en el extranjero. En la mayoría de los casos, estos inventores son empleados de filiales españolas de multinacionales extranjeras, por lo que las patentes que producen se otorgan a la empresa matriz o sede ubicada en el extranjero. Esto refuerza la noción de que las regiones periféricas dependen, en gran medida, de las actividades de las filiales de las empresas multinacionales para crear los vínculos que facilitarán el crecimiento (Álvarez y Molero, 2005). Esto confirma los resultados obtenidos en otros estudios en regiones periféricas e intermedias de Europa (Berman et al., 2019).

Diferentes indicadores refuerzan la noción de que la colaboración internacional está impulsando el aumento de la producción de patentes. El primer indicador es el aumento en el número de inventores por patente. De un promedio de 1 inventor por patente en la década de 1980, se ha llegado a más de 3 en los últimos diez años (Gráfico 2.4). Al mismo tiempo, el porcentaje de inventores españoles cayó de un 100% entre 1977 y 1990, a un 48% en 1999, permaneciendo constantemente por debajo del 69%.

**Gráfico 2.4 Número de inventores por patente, 1976-2014**

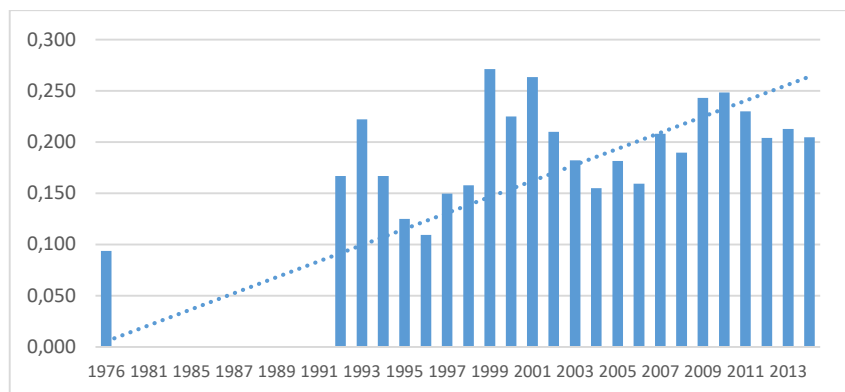


Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

La dispersión internacional de inventores, medida utilizando el índice descrito en la sección anterior, muestra una tendencia general de crecimiento, aunque alcanza su punto máximo a fines de la década de los noventa (Gráfico 2.5). Sin embargo, los indicadores más llamativos de la creciente huella geográfica de la colaboración española son el número de países inventores, tanto a nivel de patente individual como en un año determinado (Gráfico 2.6). El número de países inventores por patente pasó de 1 en los años ochenta a alrededor de 1,6 en la década de 2000. Además, el número de países conectados a España a través de la invención conjunta aumentó de ninguno en la década de 1980 a casi 30 en 2014 (Gráfico 2.6). Esto se correlaciona en gran medida con el crecimiento de la producción de patentes observado en el Gráfico 2.1, lo que indica que la internacionalización ha actuado como un mecanismo de apalancamiento para el

rendimiento tecnológico y la recuperación del sector de las TIC español, ya que a medida que crece la colaboración internacional, también lo hace la generación de patentes.

**Gráfico 2.5 Dispersión internacional de inventores, 1976-2014**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

Con respecto al país de origen de los inventores, de 6.850 inventores incluidos en la lista para el período 1976-2014, el 34% residía fuera de España. De esos inventores extranjeros, más de la mitad (51%) estaban ubicados en los Estados Unidos (Gráfico 2.7). Otros lugares importantes, aunque con porcentajes mucho menores, fueron Reino Unido (7,3% de todos los inventores extranjeros), Alemania (6,6%) y Suecia (5,9%). Otros 42 países combinados representaron el 29,4%. La colaboración con los países europeos se ve favorecida por la política de investigación de la UE y el Programa Marco Europeo que respalda numerosos acuerdos para la mejora de las infraestructuras tecnológicas. Mientras tanto, el liderazgo tecnológico global de los EE. UU. En este sector se refleja claramente en la tracción que genera en España que, a pesar de ser un Estado miembro de la UE, depende en mayor medida de la conectividad con el sistema de innovación estadounidense.

Como se describe en el primer párrafo, la dependencia de España de las conexiones internacionales es aún más fuerte a nivel de solicitantes. De los 2.132 solicitantes incluidos, solo 497 (23,3%) se encontraban en España. Más de tres de cada cuatro solicitantes eran extranjeros. Entre ellos, la presencia estadounidense es aún más fuerte que entre los inventores; El 61,8% de los solicitantes extranjeros se ubicaron en los EE. UU. Suecia (10,4%), Reino Unido (5,1%) y Francia (4,7%) también son ubicaciones significativas (Gráfico 2.8). Otros 24 países representaron el 13,3% de los solicitantes. Las empresas de Suecia, Francia y Alemania incluyen Telefonaktiebolaget LM Ericsson, Agencia Espacial Europea, France Telecom, Siemens y Robert Bosch.

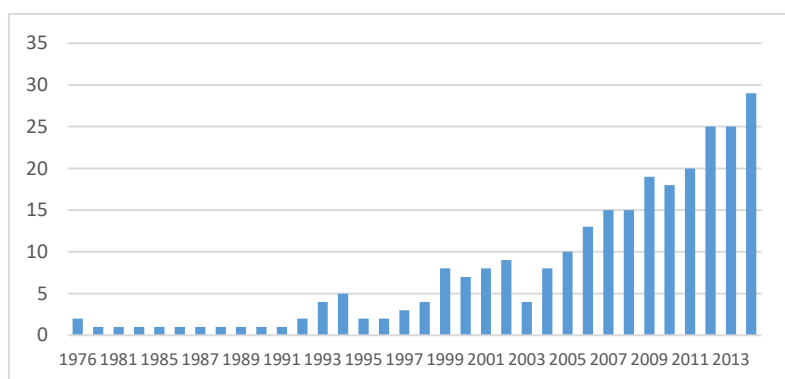
Hay, sin embargo, varias empresas españolas, universidades y centros de investigación, con una importante producción de patentes. Esta breve lista de solicitantes muy prolíficos incluye grandes empresas como Telefónica de España, SA, Advanced Automotive Antennas, SL, Airbus Operations SAS, GMV Aerospace and Defense SA y Marvell Hispania.

En resumen, la situación general del sector de las TIC en España es la de un sector en crecimiento, cuya evolución depende en gran medida de la conectividad internacional. Esas conexiones adoptan principalmente la forma de vínculos entre inventores españoles que trabajan para empresas con sede en el extranjero. Aunque la presencia de inventores extranjeros es significativa (el 34% de los inventores son extranjeros y el 44,6% de las patentes enumeraron al menos un inventor extranjero), la principal tracción proviene de la conectividad con empresas multinacionales extranjeras, dado que el 75,2% de las patentes tenía un solicitante extranjero y solo el 23,3% de los solicitantes listados eran españoles.

Estos resultados son consistentes con la literatura previa relacionada con este tema (Álvarez y Molero, 2005) y agregan una comprensión más detallada de los detalles y matices de esas conexiones. Las filiales extranjeras de empresas multinacionales a menudo tienen mayores gastos en capacitación e I + D que las empresas nacionales, lo que hace también más probable la generación de spillovers. La conexión de inventores extranjeros con organizaciones establecidas en España solo está relacionada con las filiales locales de MNE, como Philips Electronics, Amadeus SAS y Sony España, entre otras.

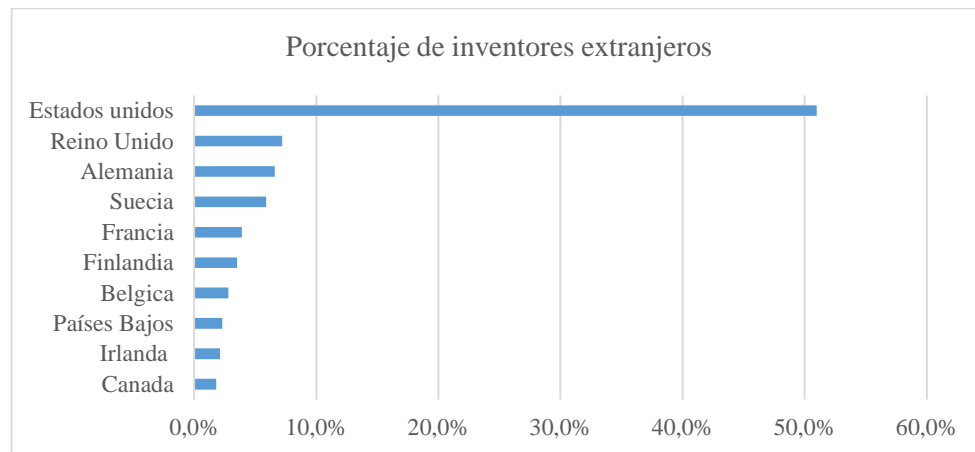
Finalmente, suponiendo que la conectividad pueda verse afectada por el tamaño del país, es importante controlar este efecto. Es por ello que controlando por el tamaño del país a través de su población, entre los principales socios de España en patentes de TIC se encuentran países grandes tales como Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia y Reino Unido. La presencia de países más pequeños, tales como Países Bajos, Suecia, Suiza, Finlandia e Irlanda, se explicaría por sus altas capacidades de innovación según el Índice de Innovación Global (GII, 2018).

**Gráfico 2.6 Número total de países inventores por año, 1976-2014**



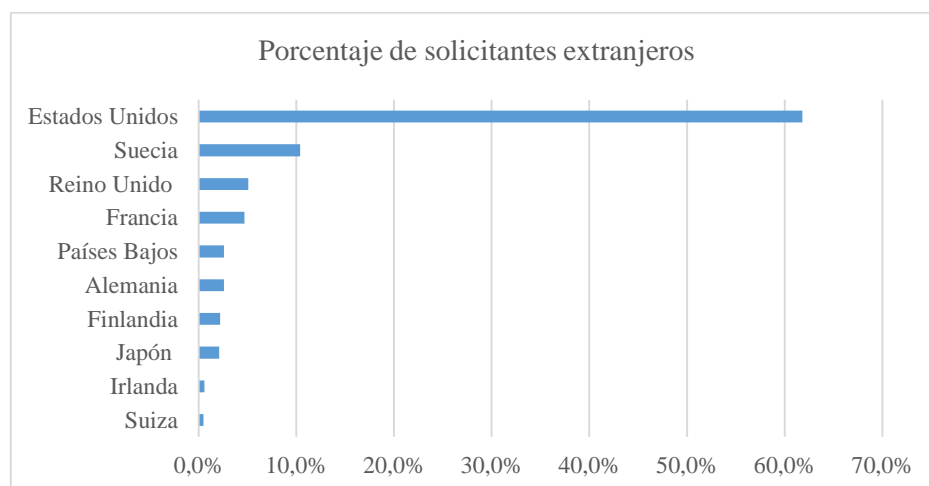
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

**Gráfico 2.7 Los 10 principales socios de España, por inventores, 1976-2014**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

**Gráfico 2.8 Los 10 principales países de origen de los solicitantes, 1976-2014**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

## 2.5 Conclusiones

La era digital está redefiniendo la forma en que producimos, consumimos, nos comunicamos y vivimos. Las TIC no solo representan un sector fuerte con un alto potencial de crecimiento, sino que también tiene un impacto más directo en la mejora de la productividad. Este, a su vez, es el volante que fomenta el crecimiento económico y la competitividad de los países. Por estas razones, los gobiernos, las empresas y las organizaciones sin fines de lucro están cada vez más interesadas en la promoción de inversiones en I + D orientadas a la generación y uso de tecnologías digitales, un aspecto que tiene consecuencias directas en el sector de las TIC. Además, en la nueva sociedad de la información y el conocimiento, la visión del mundo es más multicéntrica y

multicultural, y esto brinda oportunidades para que un mayor número de países adopte un papel más activo. La integración en cadenas de valor globalmente dispersas y la colaboración internacional en los campos científico y tecnológico, son cada vez más críticas a medida que los países se esfuerzan por alcanzar la frontera de la productividad y aumentar sus niveles de vida.

España ha logrado avances significativos en el sector de las TIC. La generación de patentes está creciendo, probablemente estimulada (al menos hasta cierto punto) por políticas públicas favorables. A pesar de estos esfuerzos, España sigue detrás de la mayoría de los países de la OCDE y la UE. Esto crea razones convincentes para fomentar la colaboración internacional como mecanismo clave para el catch-up.

En este trabajo se analiza la importancia de la conectividad internacional en la generación de conocimiento de las TIC en España, un país intermedio desde el punto de vista del desarrollo tecnológico. Se confirma, por lo tanto, que la conectividad a los grupos de conocimiento y centros de excelencia extranjeros es fundamental. Además, se muestra la existencia de un patrón de alta concentración geográfica dentro del país, destacando la relevancia de ciertas regiones y que unos pocos grupos concentran la actividad en España e impulsan la producción de conocimiento de las TIC, al actuar como centros de conexión con las EMN e inventores ubicados en países más avanzados.

El papel de los Estados Unidos en este proceso es más prominente que el de los países europeos. Esto implica que la distancia geográfica no es un factor limitante. Esto confirma las ideas de Gittelman (2007) y Hannigan et al. (2015) con respecto a la distribución bimodal (local o muy distante) del abastecimiento de conocimiento. Las empresas buscan principalmente conocimiento en sus inmediaciones, pero si el conocimiento necesario no está disponible localmente, simplemente buscan la mejor fuente de conocimiento posible en otro lugar, independientemente de la ubicación, en lugar de buscar las distancias intermedias. En otras palabras, la distancia es una dimensión binaria en el abastecimiento de conocimiento, no una dimensión continua. La conectividad del sector TIC español muestra patrones interesantes que confirman que las economías moderadamente innovadoras dependen, para obtener conocimientos avanzados, de las conexiones que pueden establecer con centros de excelencia en todo el mundo.

Estos hallazgos derivan implicaciones aplicables a la gestión empresarial y también a los formuladores de políticas. En términos de políticas públicas, debiera abordarse el desarrollo de las capacidades endógenas que reducirían el nivel de dependencia, así como las capacidades de absorción, para beneficiarse al máximo de los vínculos con agentes extranjeros. El despliegue de recursos para enfrentar los objetivos de la era digital también requiere acciones en el sistema educativo, con un enfoque en las habilidades profesionales más directamente relacionadas con la digitalización de tareas y actividades productivas, la reducción de la brecha de género en el sector y la promoción de estudios técnicos en TIC, aspectos sobre los que se volverá en capítulos posteriores de esta Tesis doctoral.

Otra conclusión importante es el papel fundamental de las EMN como medio para adquirir conocimiento y fomentar la innovación en las TIC. Se muestra que el acceso a fuentes de conocimiento ubicadas en otras latitudes es muy relevante, ya sea a través de



inventores extranjeros o de empresas extranjeras. Esto, a su vez, se convierte en clave para comprender la evolución del sector de las TIC y su potencial para contribuir al crecimiento económico del país. Este estudio exploratorio nos permite derivar algunas ideas que también guiarán futuras investigaciones sobre conectividad internacional en TIC.

Finalmente, aunque el enfoque propuesto en esta investigación se ha aplicado al sector de las TIC, es probable que las conclusiones obtenidas puedan extenderse a otros sectores. En consecuencia, se espera que estos hallazgos sean razonablemente generalizables, aunque con la consideración de que la velocidad del cambio tecnológico difiere de una tecnología a otra.



## CAPITULO III. COLABORACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

### 3.1 Introducción

Las universidades se han venido convirtiendo, a lo largo de las últimas décadas, en actores cada vez más relevantes dentro del sistema español de ciencia, tecnología e innovación. Esto se debe a su papel central en la educación y la formación, y también en la producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. En el plano normativo, el artículo 41 de la Ley Orgánica de Universidades (LOU) de España de 26 de diciembre de 2001 se refiere a la promoción de la investigación, el desarrollo científico y la innovación tecnológica en las universidades. En particular, el texto declara explícitamente *“la vinculación entre la investigación universitaria y el sistema productivo, como vía para articular la transferencia de los conocimientos generados y la presencia de la universidad en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas, prestando especial atención a la vinculación con el sistema productivo de su entorno”*.

Esto justifica el mayor interés que suscita el análisis de las relaciones entre las universidades y otros agentes en su entorno, y atender a la cuestión de *qué factores podrían favorecer la generación y transferencia de ciencia y tecnología en contextos locales*, entendiéndolo como un factor relevante en la generación de clústeres innovadores.

La idea clave es que, además de sus actividades de enseñanza e investigación, las universidades tienen a menudo fuertes vínculos con otros centros de Investigación y Desarrollo (I + D), empresas privadas, parques tecnológicos e instituciones públicas. Por lo tanto, se asume que, gracias a estas conexiones, las universidades pueden generar nuevos conocimientos que sirven como una poderosa fuente de innovación, productividad y crecimiento económico.

Los datos de patentes se aceptan como uno de los principales indicadores para aproximar empíricamente la generación y transferencia de conocimiento en los campos de la ciencia y la tecnología (Carlsson et al., 2002; Branstetter et al., 2006; Park et al., 2012; OCDE / EUROSTAT, 2018). Sin embargo, el análisis de las patentes como indicador del desarrollo tecnológico también puede presentar ciertas limitaciones, siendo una de las más relevante el hecho de que una patente no garantiza *per se* que un avance tecnológico finalmente se comercialice y tenga efectos reales en el mercado. A este respecto, debe tenerse en cuenta que solo una parte de las innovaciones están patentadas, y también que algunos inventos no son técnicamente patentables.

Además, en ciertos sectores, el ciclo de vida de los productos es tan corto que no merece la pena patentarlos; de hecho, las patentes son indicadores deficientes en aquellos sectores donde la mayoría de las innovaciones no están patentadas (Basberg, 1987). A pesar de estas dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo válidas para el análisis del cambio técnico. Las patentes contienen información sobre los inventores y la institución o empresa que posee los derechos de propiedad intelectual, lo que hace posible el análisis de enlaces de colaboración y su geografía. Las invenciones más valiosas tienden a

patentarse en los sistemas de patentes más importantes, particularmente a través de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos (USPTO), y no existe un indicador mejor en términos de la cantidad de datos disponibles y su potencial para fines industriales, organizativos y tecnológicos (Griliches, 1990).

Por lo tanto, la elección ha sido la de estudiar las patentes que involucran a las universidades españolas y su distribución, en función de la ubicación y el campo tecnológico. También se examinan las colaboraciones nacionales e internacionales de estas patentes en ciencia y tecnología, distinguiendo entre diferentes actores (empresas privadas, centros de investigación, otras universidades) y sus ubicaciones. El objetivo principal de este capítulo es estudiar y perfilar el desempeño tecnológico de las universidades españolas, así como comprender hasta qué punto puede contribuir al desarrollo de los ecosistemas de innovación en España. El segundo objetivo de este capítulo es analizar si la colaboración y la cooperación de investigadores e instituciones, es un factor relevante en la transferencia de tecnología a través de patentes.

En España, la propiedad industrial está regulada por la Ley de Patentes 24/2015, que entró en vigor el 1 de abril de 2017. El artículo 21 está específicamente dedicado a las invenciones realizadas en universidades públicas y otras entidades públicas de investigación. Además, la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2013-2020 establece un marco de referencia en los campos de investigación e innovación para el país. Esto incluye subplanes para los períodos 2013-2016 y 2017-2020, diseñados para aumentar el impacto de la I + D y fomentar la creación de un entorno innovador capaz de responder a los desafíos actuales y futuros más importantes de la sociedad. Por lo tanto, los principales objetivos estratégicos encontrados en este plan son: primero, la promoción e incorporación de la capacitación de recursos humanos en I + D; segundo, el fortalecimiento del liderazgo científico y las capacidades de investigación en el sistema español de I + D; tercero, el fomento de la inversión privada en I + D y la promoción de un modelo de I + D abierto y responsable, respaldado por la coordinación de las políticas de I + D y por la financiación a nivel regional, estatal y europeo. Por ejemplo, a nivel regional, las Comunidades Autónomas de España han aprobado modificaciones legislativas relacionadas con la investigación científica y la innovación tecnológica que apoyan programas específicos basados en las características particulares de cada región.

En este capítulo se emplean, por lo tanto, los datos de patentes para estudiar el papel de las universidades españolas como agentes clave en la generación de entornos innovadores que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico. Se analiza si esta transferencia potencial se ve impulsada por la colaboración nacional o internacional, y, además, cómo esta transferencia se ve estimulada por el tipo de socio y por la geografía de los vínculos universitarios.

La principal fuente de datos utilizada es, de nuevo, la base de datos de patentes de la USPTO, de la cual se extrajeron todas las patentes que involucraban al menos a una universidad española durante el período 1990-2017. Esas patentes se utilizaron para analizar la distribución geográfica de las patentes por regiones, así como la distribución de patentes según los tipos de socios con los que colaboraron las universidades españolas.

En la Sección 2 de este capítulo, se presenta el marco de análisis, basado en una revisión de la literatura sobre los principales vínculos entre la universidad y su entorno. En particular, se destaca la importancia de las patentes como mecanismo para la transferencia de ciencia y tecnología a los sectores productivos y sociales, junto con la colaboración en actividades de innovación.

En la Sección 3 del capítulo, se presenta la metodología y la base de datos de patentes de la USPTO, el proceso de acceso a la información a través de la plataforma *PatentsView* y los criterios utilizados para identificar y clasificar los grupos y campos tecnológicos. En la Sección 4, se describe el rendimiento tecnológico de las universidades españolas, en función de los distintos grupos tecnológicos y de acuerdo a los tipos de colaboración. A continuación, en la Sección 5, se realiza un análisis econométrico que permita determinar qué factores son los más relevantes en la explicación de las patentes universitarias.

Finalmente, en la sección 6 se presentan las principales conclusiones acerca de la importancia de las redes de colaboración y su impacto en el entorno, señalándose que uno de los mayores desafíos para las universidades hoy en día es contribuir activamente a resolver los principales problemas sociales, así como la necesidad de realizar mejoras en las condiciones ambientales, sociales y económicas a nivel nacional e internacional.

## **3.2 Antecedentes**

### **3.2.1 La universidad y su entorno**

Las universidades desempeñan un papel estratégico en la generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico, y este proceso es crucial para mejorar la aparición de empresas y ecosistemas innovadores (Carlsson et al., 2002). Como propone el modelo de la triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000), las interacciones entre la academia, la industria y el gobierno son de extrema importancia dentro de una economía basada en el conocimiento. Estos vínculos aumentan no solo la generación de conocimiento, sino también la probabilidad de su transferencia a los sectores productivo y social. Por lo tanto, se puede argumentar que las universidades desempeñan un papel clave en su entorno, debido a su integración en los sistemas locales de innovación y su papel reconocido como actores importantes en la transferencia de tecnología y conocimiento científico.

Ante esto, debe señalarse que el proceso de transferencia de conocimiento no es unidireccional, sino que la relación entre una universidad y su entorno debe analizarse desde dos direcciones: lo que la universidad recibe de su entorno y lo que la universidad le proporciona a su entorno. En este sentido, la actividad de la universidad y su capacidad para influir en su sistema local está vinculada a las características sociales, productivas y políticas, todos los cuales son aspectos específicos de la ubicación.

Comprender el proceso de generación y transferencia de conocimiento también requiere analizar la organización interna de las universidades; específicamente, los recursos y actividades de esas unidades dedicadas a la gestión de la actividad de investigación y a la transferencia mejorada de resultados al sistema productivo y a la sociedad. Por ejemplo,

las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI a partir de ahora) están a cargo de la generación de vínculos y brindan información sobre la transferencia de resultados de investigación; también pueden ser responsables de la recopilación de información y la generación de indicadores en este campo de acción.

El estudio del proceso de transferencia de tecnología que tiene lugar en institutos de investigación, laboratorios o grupos de investigación, también requiere acceso a los instrumentos que estimulan y facilitan la transferencia de conocimiento, incluidos los contratos de investigación, actividades de consultoría, licencias, movilidad de recursos humanos, patentes y creación de spin-off (COTEC, 2004). En esta línea, Fuster et al. (2018) han confirmado empíricamente que las empresas spin-off universitarias son actores importantes en el ecosistema universitario empresarial y contribuyen a fortalecer la transferencia de conocimiento a través de sus relaciones con otras empresas más allá del entorno universitario. Además, la presencia de infraestructuras de interfaz (como parques científicos) y la concentración local de empresas de alta tecnología pueden tener un impacto positivo en la comercialización de la investigación universitaria y los resultados tecnológicos, como se muestra en Caldera y Debande (2010). Todos estos instrumentos demuestran ser importantes para la creación de ecosistemas de innovación, ya que favorecen la transferencia de conocimiento entre la universidad y su entorno.

Las patentes son una valiosa fuente de información sobre el progreso tecnológico, y pueden usarse como un indicador de colaboración y la internacionalización de la innovación (Griliches, 1990; Patel y Pavitt, 1991: 1997; Patel y Vega, 1999; Bas y Sierra, 2002). Como se indica en el informe de la Comisión Europea titulado "Impulsar la innovación abierta y la transferencia de conocimientos en la Unión Europea" (CE, 2014), se deben tomar medidas que puedan fortalecer el papel de las universidades como instituciones en los ecosistemas de innovación que participan en la creación conjunta con socios interactivos. Esto se debe al proceso de transformación interna en las universidades y su concepción actual como centros para la difusión del conocimiento, y al hecho de que incluso actúan como intermediarios principales en la comercialización de la ciencia y la tecnología.

### **3.2.2 Las patentes como mecanismo de transferencia**

Los datos de patentes representan una valiosa fuente de información relacionada con el desarrollo científico y tecnológico. Una patente es un título de propiedad sobre invenciones, otorgado por el Estado y, para que se otorgue dicho título, los inventores deben cumplir los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), "la propiedad intelectual se divide en dos categorías: propiedad industrial, que cubre las patentes de invenciones, marcas, diseños industriales e indicaciones geográficas; y derechos de autor, que cubren obras literarias, películas, música, obras de arte y diseños arquitectónicos" (OMPI, 2004). Los inventores pueden solicitar patentes a nivel nacional e internacional en virtud del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

Con el fin de recopilar aquellas dimensiones que caracterizan la propiedad industrial, una de las principales referencias sobre la regulación de patentes en las universidades a nivel mundial es la Ley Bayh-Dole promulgada en los Estados Unidos en 1980 y centrada principalmente en la identificación de invenciones derivadas de la investigación apoyado por fondos públicos. Posteriormente, siguiendo el ejemplo de EE. UU, ciertos países europeos adaptaron sus marcos regulatorios a finales de los noventa para proporcionar más autonomía a las universidades en actividades relacionadas con la propiedad intelectual y las interacciones con entidades del sector público y privado (Rafferty, 2008; Mowery y Sampat, 2005).

En los Estados Unidos, Henderson et al. (1998) analizan las patentes universitarias desde el período 1965-1988 para estudiar las relaciones entre las universidades y el sector privado. Este tema también fue objeto de estudio en Cantwell y Santangelo (1999), quienes se centraron de manera similar en las patentes otorgadas por la USPTO entre 1969 y 1995 a las compañías más grandes del mundo para analizar la dispersión internacional de diferentes tipos de tecnología. Coupé (2003), centrándose en la elasticidad de la I + D universitaria en los Estados Unidos, encuentra evidencia de rendimientos decrecientes a escala.

En los países europeos, también se han realizado varios estudios relacionados con patentes universitarias (Geuna y Nesta 2006; Geuna y Rossi, 2011; Azagra-Caro, 2014; Cesaroni y Piccaluga, 2005; Acosta et al. 2012). Por ejemplo, un análisis de patentes en Finlandia basado en los resultados de una encuesta de inventores académicos concluyó que la mayoría de las invenciones patentadas tenían vínculos estrechos con la investigación científica y con frecuencia se financiaban con fondos públicos (Meyer et al., 2003). Saragossi et al. (2003) estudió las patentes de las universidades belgas, descubriendo que una mayor propensión a las patentes se debió a contar con oficinas más efectivas para la transferencia de tecnología, así como al hecho de que las universidades con un desempeño relativamente fuerte en materia de patentes a menudo presentaban sus solicitudes de patentes conjuntamente con centros de investigación patrocinados por el gobierno.

Balconi et al. (2004) analizaron las patentes académicas italianas y las redes de colaboración, argumentando que las redes de inventores están muy fragmentadas en ese país, con la excepción de campos tecnológicos tales como la química, donde la ciencia juega un papel importante. Baldini (2006) se centró en las patentes de las universidades danesas de 1982 a 2003 (con la Ley N° 347 de 1999 de Dinamarca) y señaló la importancia de desarrollar un marco regulatorio que ayude a eliminar los obstáculos para las colaboraciones de investigación entre diferentes instituciones.

Por otro lado Carayol (2004), basándose en un estudio de académicos franceses, encuentra que el sistema de recompensa académica habitual no ofrece incentivos para que los académicos desarrollen patentes. *“La recompensa reputacional de las patentes dentro de la comunidad académica parece ser baja: los perfiles profesionales y la producción de patentes no están relacionados”* (Carayol, 2004).

Para el caso de España, González y Zulueta (2007) estudiaron la producción de universidades españolas a partir de las solicitudes de patentes de la Oficina de Patentes y Marcas de España entre 1980 y 2000. Detectaron que la participación de las universidades en el sistema nacional de patentes era muy limitada, y también citaban la presencia de dispersión institucional en las solicitudes de patentes. Por otra parte, Fernández et al. (2009) analiza un tipo diferente de información para 47 universidades españolas con el fin de estimar factores determinantes en el desarrollo de patentes por parte de las universidades, observando que cuanto más grande es el grupo de investigación, mejor es la calidad de la investigación y mayor es la experiencia en torno a la transferencia tecnológica y su alcance, siendo también mayor la probabilidad de que una universidad obtenga una patente exitosa.

Duran, et al. (2003) realizan, a partir de la información suministrada por la Oficina Europea de Patentes, un estudio exhaustivo sobre las patentes universitarias españolas desarrolladas durante el periodo 1988-2002, analizando su potencial como indicador de los resultados del esfuerzo investigador. Asimismo, Azagra (2001; 2003), analiza las patentes de la Universidad Politécnica de Valencia y el grado en qué las patentes domésticas e internacionales son un indicador de los esfuerzos en I+D a nivel regional. (Azagra, 2006). De los resultados obtenidos se desprende la existencia de una relación significativa entre las actividades de patentes y las de I+D.

Más recientemente, Martínez y Bares (2018) utilizan datos de patentes correspondientes a universidades públicas de la región de Andalucía como un indicador válido de la actividad de transferencia de tecnología de las instituciones académicas en el período 1998-2009. En este trabajo se muestra que cuanto más se extiende una patente universitaria a la internacionalización, más probable es que se transfiera a una empresa privada.

Las estadísticas derivadas de las patentes son muy útiles como indicadores de generación y transferencia de conocimiento, y se han utilizado ampliamente en trabajos de investigación social, especialmente a medida que ha habido más información disponible en formatos electrónicos, lo que claramente facilita el análisis. Sin embargo, los datos de patentes pueden ser complejos, y cada base de datos de patentes tiene sus ventajas y desventajas, que deben entenderse cuidadosamente antes de su uso. No obstante, el acuerdo está bastante extendido acerca de la fiabilidad y adecuación de las patentes como fuente de información (Griliches, 1990) debido a la gran cantidad de datos disponibles y los niveles de detalle que proporcionan, tanto detalles de carácter industrial como organizativo y tecnológico.

### **3.2.3 La colaboración en innovación**

Bajo el supuesto de que la innovación se acepta como un factor crucial para la productividad y el crecimiento económico, las diversas formas de colaboración entre agentes es un asunto que ha ido captando una atención cada vez mayor como objeto de investigación, y como una forma eficiente de fomentar las innovaciones. De hecho, la búsqueda de nuevas fuentes de conocimiento, habilidades y socios estratégicos ha hecho



que el concepto de innovación abierta sea muy popular (Chesbrough, 2006). Esto es gracias a la relevancia de las interacciones entre los actores en la realización de proyectos de investigación científica y tecnológica, proyectos de consultoría e incluso la generación de patentes por inventores de distintas instituciones. Con respecto a la geografía de tales lazos de relación, la colaboración puede ocurrir en contextos nacionales o internacionales, como lo señalaron Archibugi y Michie (1995) al describir las tres dimensiones de la globalización tecnológica: explotación, colaboración y la generación internacional de tecnología.

Además, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), *“las innovaciones pueden surgir a través de vínculos entre los actores dentro o entre diferentes sectores y a través de una amplia gama de mecanismos (cooperación, alianzas, empresas conjuntas), o como un proceso interactivo que involucra la apertura innovación o interacciones usuario-productor”* (OCDE, 2013). Estos mecanismos permiten que universidades, empresas y entidades de los sectores público y privado colaboren cada vez más, fomentando así la transferencia de conocimiento, que a su vez puede tener impactos positivos en sus entornos locales. Los instrumentos más relevantes para facilitar la colaboración son la creación de empresas de base tecnológica basadas en la actividad universitaria, la participación de empresas en actividades de I + D, la cofinanciación de patentes, la investigación científica y los proyectos tecnológicos.

Las universidades pueden alentar a sus investigadores a solicitar patentes, aprovechando al máximo el conocimiento desarrollado a partir de experimentos realizados dentro de la institución. De hecho, Rubiralta (2004) enfatiza el papel de la colaboración entre grupos de inventores, principalmente de universidades y centros tecnológicos, y con compañías en áreas geográficas prominentes, para promover la innovación regional. Sin embargo, Jones (2009) sostiene que la innovación se vuelve más difícil con el tiempo debido a una "carga de conocimiento". Es decir, ha aumentado la cantidad y amplitud de conocimientos necesarios para innovar. Bajo esta hipótesis, las personas deben especializarse y la colaboración surge como condición necesaria para combinar conocimientos para generar innovaciones.

Por lo tanto, la innovación colaborativa es una práctica que probablemente seguirá siendo un elemento clave para optimizar la combinación de capacidades entre los diferentes actores y para fomentar la creación de tecnologías que son demasiado complejas para desarrollarse de forma aislada.

### **3.3 Metodología**

El análisis que aquí se realiza, se basa en patentes otorgadas por la USPTO en las que al menos uno de los inventores es de España y al menos uno de los solicitantes es una universidad española. La base de datos de la USPTO proporciona el texto completo de la patente, así como metadatos útiles, como el título, la fecha de presentación y los nombres y direcciones de los solicitantes, inventores, solicitante, etc. La idoneidad de esta base de datos, como se expuso anteriormente, se basa en que los inventos más valiosos tienden a

estar patentados en los sistemas de patentes más importantes, particularmente en la USPTO (Archibugi y Coco, 2005).

La base de datos en línea de la USPTO contiene patentes otorgadas desde 1976. Sin embargo, la participación de inventores y / o solicitantes españoles con participación de las universidades en la actividad de patentes data principalmente de la década de 1990. Por esta razón, se decidió delimitar este estudio a las patentes otorgadas entre 1990 y 2017 (es decir, las patentes más recientes, disponibles en el momento en que se accedió a la base de datos). A partir de esas patentes, se identifican 462 en las que participó al menos una universidad española. Este dato se compara favorablemente con los resultados de González et al. (2007), quienes encontraron que 1.251 patentes fueron otorgadas a universidades españolas por la Oficina de Patentes y Marcas de España en las décadas entre 1980 y 2000. Esto revela que la participación de las universidades en el sistema nacional de patentes no ha sido muy elevada, y justifica el recurso a la base de datos USPTO en este estudio. De igual modo, es importante comprender la conexión entre las universidades españolas y las redes de innovación, que puedan abarcar varios países. Las colaboraciones con empresas e inventores ubicados en todo el mundo tienen más probabilidades de ser capturadas por las patentes de la USPTO que por las patentes españolas locales.

La base de datos de la USPTO incluye información sobre todos los inventores y solicitantes de cada patente, sus países de origen e información bibliográfica. Si bien se consideran todas las patentes otorgadas, se presta especial atención a aquellas relacionadas con la invención conjunta (donde un equipo en lugar de un individuo es responsable de la invención). La invención conjunta se ha utilizado en otros lugares para explorar patrones de colaboración (Ejermo y Karlsson, 2006). De acuerdo con Cano-Kollmann et al. (2016), la existencia de redes de conocimiento entre regiones o países responde al hecho de que las organizaciones buscan conocimiento que no está disponible en su territorio de origen. Con respecto a la colaboración y considerando que una patente puede tener múltiples solicitantes o inventores, aquí no se considera el orden de los solicitantes o inventores sino su participación relativa en la generación de conocimiento patentado.

Se han clasificado las patentes según sus grupos y campos tecnológicos, siguiendo el sistema definido por la OMPI, que incluye cinco grupos principales (a saber, ingeniería eléctrica, instrumentos, química, ingeniería mecánica y otros) y 35 campos tecnológicos (Schmoch, 2008). Para el estudio de las colaboraciones, las patentes se han dividido en dos grupos: patentes domésticas, correspondientes a aquellas que involucran inventores y solicitantes de España solamente; y patentes conectadas internacionalmente, que incluyen cualquier patente con la participación de inventores o solicitantes extranjeros. Las patentes conectadas internacionalmente se subdividen en grupos más pequeños, según las regiones involucradas.

La siguiente sección contiene un análisis de las patentes otorgadas a las universidades españolas. En el primer paso se ha tratado analizar la evolución en el tiempo, la distribución por grupos y campos tecnológicos, la distribución de las entidades colaboradoras por tipo, así como el mapeo de la conectividad internacional de las

universidades españolas. En un segundo paso, se analiza la relación entre la colaboración y la capacidad de patentar de las universidades a través de un modelo econométrico en la que se revela el patrón de colaboración en el desempeño tecnológico de las universidades españolas. Para el modelo de los factores explicativos de las patentes universitarias se ha utilizado información complementaria de los informes anuales de la RedOTRI, la red de oficinas de transferencia de tecnología y organismos públicos de investigación. El Informe de investigación y transferencia de conocimiento de las universidades españolas (I+TC) 2016, realizado por la RedOTRI, dependiente de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (RedOTRI, 2016). Los principales indicadores seleccionados para el modelo son:

1. Personal Docente e Investigador (PDI): este indicador ilustra la base investigadora de la universidad, así como la dimensión de recursos humanos, lo que aporta una idea del tamaño de la institución. Su función principal es servir de base para relativizar otros indicadores que muestran los resultados de la transferencia.
2. Importe de proyectos de I+D colaborativa (€): este indicador permite aproximar la cuantía total de proyectos de I+D que la universidad ha llevado a cabo en colaboración con empresas u otras instituciones.
3. Importe de contratación de I+D+i (€): este indicador ilustra la cuantía total de los contratos firmados por la universidad y empresas para la adquisición de I+D+i.

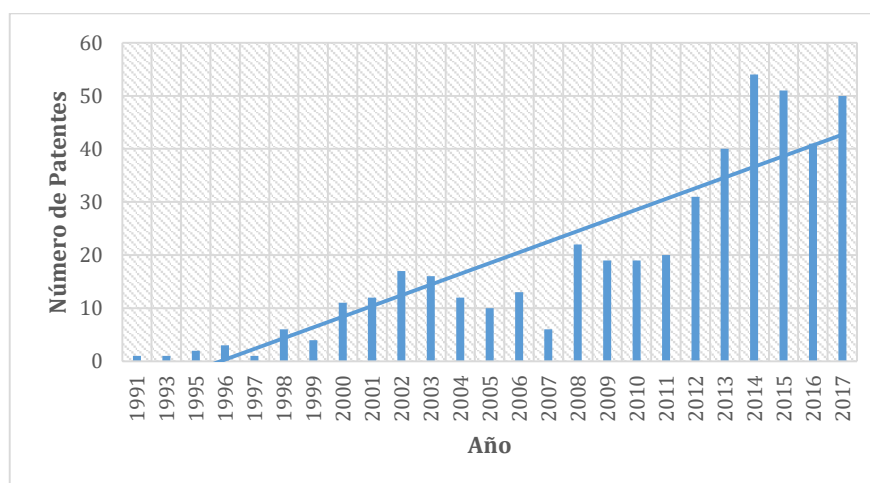
### **3.4 Discusión de resultados**

#### **3.4.1 Rendimiento tecnológico de las universidades españolas**

El análisis de las patentes de la USPTO del período 1990–2017 realizado, muestra que 462 patentes incluyeron al menos una universidad española. El gráfico 3.1 muestra el número de patentes otorgadas por año. Si bien la cantidad fue marginal durante la década de 1990, las patentes aumentaron significativamente después de 2000, coincidiendo con los cambios propiciados por el marco regulatorio (la LOU mencionada anteriormente, aprobada en 2001). También es notable que si bien en la USPTO no había apenas concesión de patentes a las universidades españolas antes de fines de la década de 1990, el número de patentes otorgadas ha aumentado considerablemente desde entonces. Este crecimiento de las patentes fue aún más evidente en la última década, con un repunte particular desde 2012 y con valores máximos alcanzados en 2014 y 2015, lo que pudiera estar relacionado con la Ley de Patentes 24/2015, que entró en vigor el 1 de abril de 2017.

De hecho, la participación de las universidades en las actividades de transferencia de tecnología está sujeta a un amplio marco regulatorio en España. En particular, el Artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria de 1983 autorizó a las universidades, por primera vez en el país, a firmar contratos con entidades o individuos para realizar trabajos científicos, técnicos o artísticos. Otro buen ejemplo es la Ley de Ciencias de 1986, que avanzó mucho en el sistema español de I + D a través del primer Plan Nacional de I + D que se extendió entre 1988 y 1992, y que consideró la creación de una Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) dentro de la estructura universitaria. En general, tales modificaciones al marco regulatorio se han hecho para la promoción de la innovación a nivel nacional.

**Gráfico 3.1 Patentes otorgadas a universidades españolas, 1990-2017**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

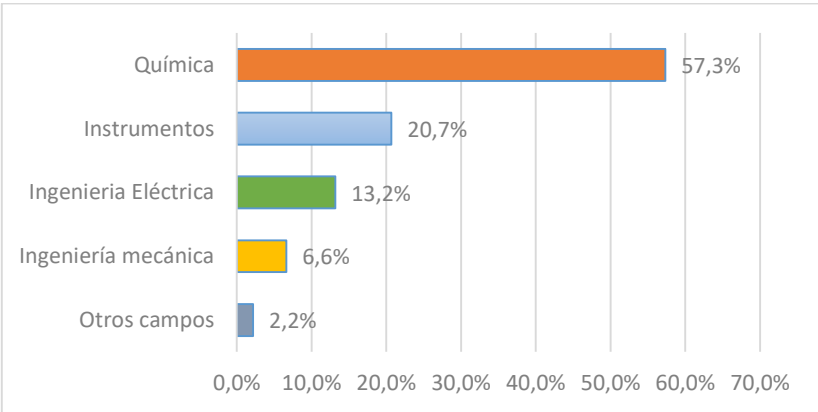
A pesar de estos esfuerzos, el número de patentes otorgadas a universidades españolas ha sido inferior al de otros países, de forma muy significativa al compararlo con casos tales como el de las universidades estadounidenses (Henderson et al., 1998; Mowery, 2001a; Mowery, 2001b; El Gibari, et al., 2018); de hecho, la transferencia de tecnología sigue siendo un aspecto a mejorar en el país y en el sistema nacional de innovación. Esto puede explicarse por las propias características estructurales del sistema de innovación español. Según los datos del *European Innovation Scoreboard*, España se posiciona en el grupo de países moderadamente innovadores, ocupando el puesto 16 entre los países de la UE-28. Sin embargo, España está bien posicionada en el uso de marcas registradas, a pesar de su baja participación en las solicitudes de patentes (Comisión Europea, 2018).

Los gráficos 3.2 y 3.3 muestran la distribución de las patentes de la USPTO otorgadas a las universidades españolas por sector y por campos tecnológicos, respectivamente. Con respecto a esta distribución, existe una notable concentración en el sector de química, que representa el 57% de todas las patentes. La fortaleza de las universidades españolas en este ámbito no es sorprendente, teniendo en cuenta que la química es un sector clave en la economía española y una de las industrias con la mayor inversión en I + D en el país. Los sectores relacionados con las actividades de ingeniería han desempeñado un papel bastante menor, con el sector de Instrumentos (20,7%) y otros sectores relacionados con la ingeniería, tales como Eléctrico (13,2%) y Mecánico (6,6%) a una distancia considerable detrás de la Química.

Dentro de este sector, los campos tecnológicos de biotecnología, farmacéutica, química orgánica e ingeniería química han sido los más importantes (ver gráfico 3.3). Dentro del segundo sector más representado, se destacan los campos de Tecnología Médica y Medición. La tecnología médica generalmente se asocia con alta tecnología; sin embargo, una gran parte se refiere a productos y tecnologías menos sofisticados, como mesas de operaciones, dispositivos de masaje, vendajes, etc. (Schmoch, 2008). Este es otro sector con un alto potencial de crecimiento en España, que reúne a empresas, hospitales, institutos de investigación y universidades, para la mejora y el desarrollo de tecnologías

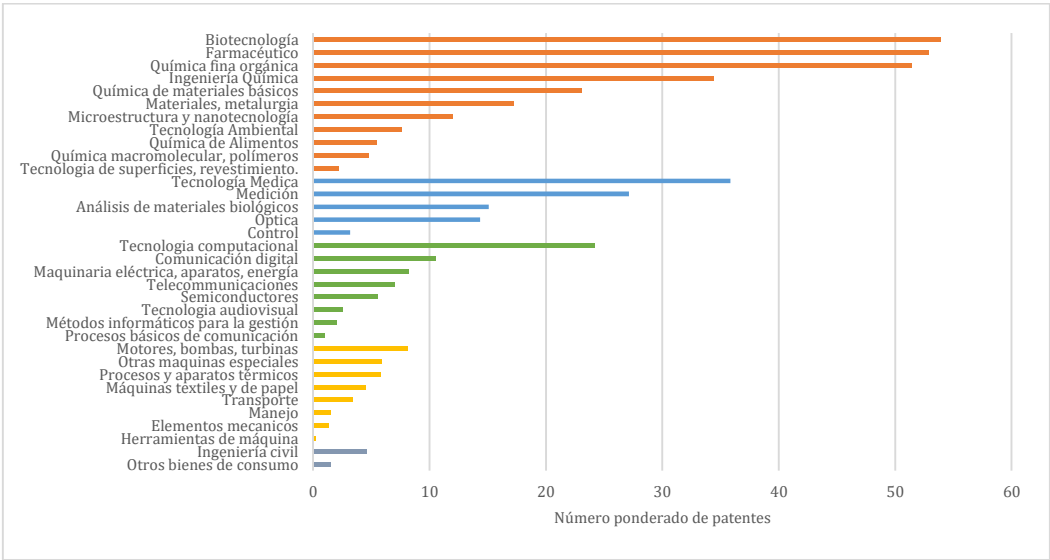
sanitarias. Finalmente, el tercer sector más importante es la Ingeniería Eléctrica, con el 13% de las patentes; esta categoría incluye todas las patentes relacionadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como semiconductores, dispositivos móviles y computadoras. Dentro de este sector, los campos tecnológicos más importantes son la tecnología informática y la comunicación digital. Las patentes pertenecientes a los dos grupos finales, Ingeniería Mecánica y Otros, rara vez se han otorgado a universidades españolas.

**Gráfico 3.2 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, por sector tecnológico, 1990-2017**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO, según la clasificación de la OMPI.

**Gráfico 3.3 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, por campos tecnológicos, 1990-2017**



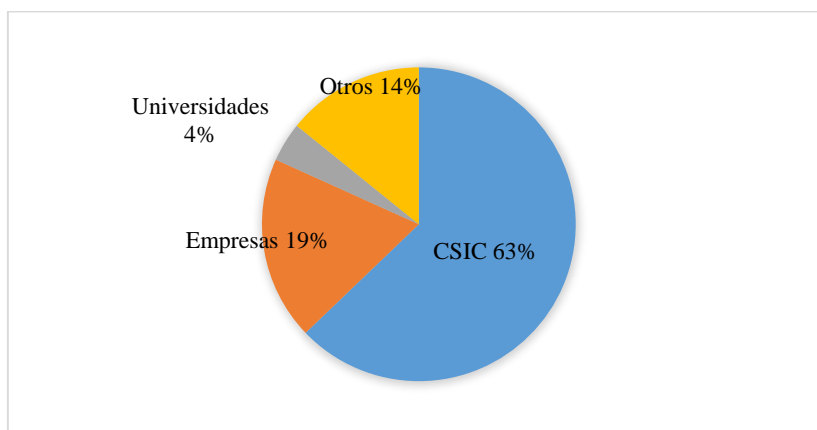
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO, según la clasificación de la OMPI.

### 3.4.2 Colaboración y titularidad de patentes universitarias

En cuanto a la colaboración en materia de patentes por parte de las universidades españolas, debe recordarse que el 82% de las patentes son nacionales, lo que implica que no involucran a ningún inventor o solicitante del extranjero; por lo tanto, menos del 20% de las patentes universitarias están conectadas internacionalmente. Entre las patentes nacionales, 233 tenían como único solicitante a la propia universidad, mientras que 148 tenían al menos un solicitante adicional, compartiéndose así la propiedad de la patente entre la universidad y otros agentes. Entre la gran cantidad de universidades que obtuvieron la titularidad total de las patentes, se encuentran la UNED (Universidad Nacional de Educación en Línea), la Universidad de Salamanca, la Universidad de Valladolid, la Universidad de las Islas Baleares y la Universidad de Zaragoza.

El gráfico 3.4 muestra la distribución de las entidades de colaboración por tipo, restringida al 82% de las patentes nacionales y aquellas que tienen al menos un colaborador. El principal colaborador aquí es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), involucrado en el 63% de las colaboraciones. Siendo la institución de investigación pública más grande de España y la tercera más grande de Europa, la importancia del CSIC en las patentes españolas no es sorprendente, lo que demuestra que las inversiones públicas en I + D se traducen en colaboraciones, innovaciones y patentes. El segundo tipo de colaborador más importante han sido las empresas privadas (19%), y su participación está estrechamente relacionada con las actividades de I + D.

**Gráfico 3.4 Distribución de entidades colaboradoras nacionales, por tipo, 1990-2017**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

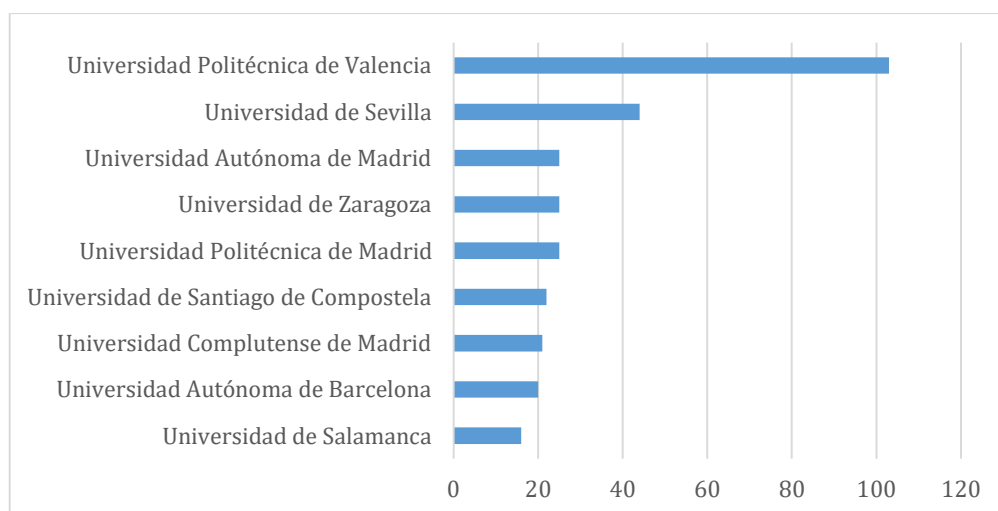
Según el informe anual "Datos y cifras del sistema universitario español" (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016), hay 84 universidades en España, lo que implica una proporción de 1,8 universidades por millón de habitantes. Entre estos, hay un dominio de las universidades públicas en el sistema: 50 son públicas y 34 son privadas. Cabe señalar que solo 36 universidades recibieron patentes de la USPTO, de las cuales casi el 89% son de titularidad pública. En cuanto a la distribución geográfica, solo tres regiones (de 17)

concentraron más del 60% de las patentes nacionales. La mitad de estas patentes provienen de Valencia (33%). La segunda región más importante es Madrid (con 18%), y la tercera Andalucía (11%).

Las patentes en Valencia se originaron principalmente en dos universidades de la región: la UPV (Universidad Politécnica de Valencia) y la UV (Universidad de Valencia). Esto puede explicarse por el hecho de que ambos están involucrados en parques científicos activos: el Parque Científico de la Universidad de Valencia (PCUV) y la Ciudad Politécnica de la Innovación, que es el parque científico de la UPV. Estas entidades tienen como objetivo promover la transferencia de conocimiento de la investigación científica a las empresas privadas. La Comunidad de Madrid apoya activamente las redes de innovación y coopera con diversas entidades a nivel nacional e internacional. Esta región también tiene un parque científico, iniciado por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y la Universidad Complutense de Madrid (UCM) para apoyar el emprendimiento científico y tecnológico y fomentar la transferencia de tecnología. Finalmente, la región de Andalucía creó la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA), un modelo de colaboración para promover la transferencia de conocimiento de las universidades a otras entidades, así como la colaboración entre diferentes actores de los sectores público y privado. El CTA funciona como un clúster de innovación y un nodo regional de I + D.

El gráfico 3.5 muestra las 10 universidades con un número más elevado de patentes. Con mucho, el más prolífico es el caso de la Universidad Politécnica de Valencia, con 103 patentes. Le siguen la Universidad de Sevilla (US) con 44 patentes y las tres universidades con 25 patentes cada una: la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Zaragoza (UZ) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Es importante señalar que la colaboración de las universidades con otros actores del sistema de innovación es esencial para fortalecer la transferencia de conocimiento en España.

**Gráfico 3.5 Las 10 mejores universidades, clasificadas por el número de patentes otorgadas por la USPTO**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

Un estudio realizado por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), sobre patentes nacionales entre universidades públicas españolas entre 2005 y 2017 también clasificó a las universidades por número de solicitudes: la Universidad Politécnica de Madrid ocupó el primer lugar, con 583 patentes, seguida por la Universidad Politécnica de Cataluña, con 434 patentes, y la Universidad de Sevilla, con 416 patentes. La similitud de resultados entre el análisis OEPM y el que aquí se realiza, sugiere que las características de la universidad y el entorno influyen directamente en la capacidad de llevar a cabo la transferencia de conocimiento de manera eficiente.

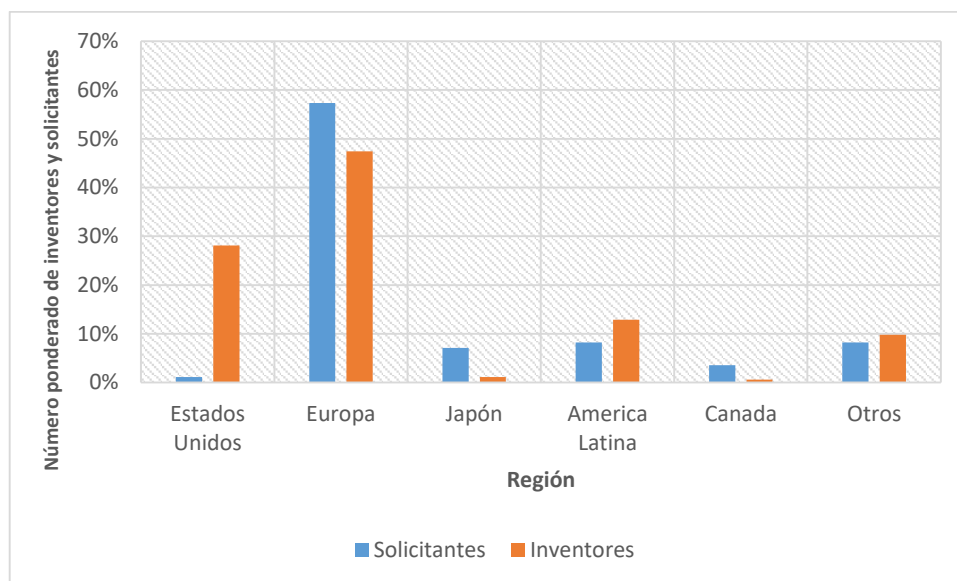
La colaboración internacional en patentes de las universidades españolas, por su parte, refleja el grado de conectividad internacional y cómo la transferencia de información tecnológica entre inventores y solicitantes se lleva a cabo entre diferentes países. El supuesto de partida es que este hecho puede generar finalmente un impacto positivo en el entorno. El gráfico 3.6 muestra la distribución de inventores y solicitantes extranjeros por región: las universidades españolas colaboran principalmente con inventores de Europa y de Estados Unidos. Una mayor colaboración dentro de Europa se ve claramente reforzada y puede explicarse por las políticas de I + D promovidas por la Unión Europea, fomentando la cooperación científica y tecnológica, la movilidad geográfica y el intercambio de investigadores. Por ejemplo, la estrategia "Europa 2020" es un mecanismo establecido por la UE con el objetivo explícito de fortalecer los vínculos entre educación, empresas e investigación, a fin de facilitar el concepto de "Unión para la Innovación". La colaboración con Estados Unidos, por otro lado, puede explicarse por el papel pionero de ese país en muchas nuevas tecnologías y su reconocimiento como líder mundial en muchas de las innovaciones tecnológicas.

Las redes de colaboración internacional entre universidades españolas y otros agentes del contexto internacional se enmarcan, principalmente, en la invención conjunta de patentes con la participación de empresas y universidades extranjeras. Por ejemplo, en el caso de la Universidad Politécnica de Valencia, los socios han incluido la Universidad del Sur de Alabama, el Instituto Alemán de Investigación en Salud Trias i Pujol (IGTP), el Instituto Químico Sarria, la Asociación Cardio Monde, el Instituto Mexicano del Petróleo y Pemex Petroquímica Company, entre otros. Mientras tanto, la Universidad de Sevilla ha trabajado conjuntamente con entidades tales como Flow Focusing, Inc., Georgia Tech Research Corp., Joseph Fourier University, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y la Universiteit de Twente.

En relación con esto, merece la pena aclarar que las patentes universitarias con colaboración internacional son casos en los que la propiedad de la patente pertenece únicamente a la universidad, a pesar de que se haya dado con la participación de inventores extranjeros. También puede haber una propiedad múltiple de una patente, cuando diferentes agentes han colaborado en la invención conjunta, y estos agentes pueden ser empresas, fundaciones, centros de investigación o entidades públicas. Finalmente, es importante subrayar que la generación de conocimiento y el desarrollo de capacidades en colaboración con agentes no académicos son aspectos de gran relevancia en la contextualización de las dimensiones de la innovación en diferentes entornos que generan ciencia y tecnología.



**Gráfico 3.6 Distribución de patentes otorgadas a universidades españolas, en función del lugar de origen de inventores y solicitantes extranjeros, 1990-2017**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

### 3.5 Análisis de los factores explicativos de las patentes universitarias

Con el fin de identificar los principales factores que explican las patentes de las universidades españolas y determinar el papel que desempeña la colaboración, la geografía de las redes y los tipos de agentes con los que se colabora, condicionado a la base de conocimiento de las universidades, se define el siguiente modelo econométrico:

$$PAT_i = \beta_0 + \beta_1 COL\_NAT_i + \beta_2 COL\_INT_i + \beta_3 COL\_PUB_i + \beta_4 COL\_PRIV_i + \beta_5 RD\_COL_i + \beta_6 RD\_CONT_i + \beta_7 RPROJ\_NAT_i + \beta_8 RPROJ\_UE_i + \beta_9 SCIENT\_PROD_i + \beta_{10} REGION_i + u_i$$

La variable dependiente ( $PAT_i$ ) es el número acumulado de patentes otorgadas por la USPTO a la universidad  $i$  hasta 2017. Como se mencionó anteriormente, el análisis de patentes en esta oficina de patentes se ha elegido porque es en los sistemas de patentes más importantes donde las invenciones de mayor valor tienden a registrarse (Archibugi y Coco, 2005; Rizzo y Ramaciotti, 2014).

Las principales variables independientes que captan el efecto de la colaboración en el desempeño innovador de las universidades españolas se han agrupado en dos dimensiones. La primera de ellas hace referencia al ámbito geográfico de las redes de colaboración de las universidades en la generación de nuevo conocimiento, diferenciando entre colaboración nacional ( $COL\_NAT_i$ ) e internacional ( $COL\_INT_i$ ). Estos dos regresores son variables ficticias y adoptan el valor 1 si la universidad ha colaborado con otros inventores o agentes y 0 en caso contrario, representando el coeficiente que acompaña a estas variables el efecto medio de pertenencia a redes nacionales e

internacionales. La cuestión de fondo que reside en el argumento teórico es que las redes de transferencia de conocimiento pueden favorecer las capacidades de innovación y la difusión de tecnología, siendo necesario diferenciar entre alianzas locales e internacionales al asumirse que las primeras pueden ser más significativas debido al factor de proximidad (Vinding, 2002; Gao et al., 2011; Ortega, 2011).

La segunda dimensión que caracteriza las redes de colaboración en la generación de patentes es el tipo de agente con el que se colabora. Por esta razón, se han incluido en el modelo otras dos variables independientes, que determinan si la universidad colabora con centros públicos de investigación (COL\_PUBi) o con empresas privadas (COL\_PRIVi). Estas dos variables miden el número de colaboraciones con cada una de estas entidades con el fin de analizar el efecto intensidad en la capacidad innovadora de las universidades españolas. Es importante analizar el efecto diferenciado de la colaboración pública y privada, dado que se ha demostrado que las interacciones entre instituciones académicas y organizaciones privadas suelen ser más efectivas a la hora de alcanzar la fase de solicitud de patentes y promover la transferencia de tecnología (Mohnen y Hoareau, 2003; Zingg y Fischer, 2019). Esto se debe a que el acceso a este tipo de fuentes de conocimiento beneficia a las empresas privadas de los efectos de derrame que se derivan de la cooperación institucional en I+D (Belderbos et al., 2004).

En línea con este argumento, se incluyen en el modelo otras dos variables independientes, en este caso relacionadas con la obtención de financiación para la realización de proyectos de I+D colaborativa y contractual, RD\_COLi y RD\_CONTi, respectivamente. Los proyectos colaborativos de I+D son aquellos desarrollados de forma conjunta entre universidades y empresas mediante la creación de consorcios, mientras que la financiación contractual incluye contratos de investigación, asesoramiento técnico y otros servicios contratados por empresas y otros agentes. Estos lazos de colaboración contribuyen a incrementar las interacciones basadas en el conocimiento entre empresas, laboratorios nacionales y universidades, mejorando los mecanismos de transferencia de tecnología e influyendo positivamente en la generación de nuevo conocimiento (Lawson, 2013; Inoue et al., 2010; Azagra-Caro et al., 2006). Estas dos variables, medidas en euros, están relativizadas al tamaño de la universidad en términos de personal docente e investigador y están expresadas en logaritmos.

También es importante controlar por aquellos fondos de I+D de las universidades que provienen de proyectos de investigación competitivos y subvencionados, y que implican el desarrollo de capacidades en investigación básica y aplicada. Este tipo de financiación de la I+D es un elemento clave de la política española de ciencia y tecnología (CyT), así como de la Estrategia de la Unión Europea en investigación e innovación, y ambas instituciones apoyan estas estructuras de incentivos para promover la generación de redes de I+D basadas en proyectos (Comisión Europea, 2011). La literatura al respecto muestra cómo los proyectos de I+D con apoyo público contribuyen a expandir la red geográfica de colaboración tanto dentro como fuera de las fronteras, estimulando el desarrollo de nuevo conocimiento, su difusión y transferencia (Scherngell y Barber, 2011; Lata et al., 2015; Fritsch et al. 2020). Por ello, se incluyen en el modelo dos regresores que reflejan los fondos públicos de I+D que reciben las universidades españolas del Estado y de la

Unión Europea para el desarrollo de nuevo conocimiento a través de proyectos de investigación (RPROJ\_NATi y RPROJ\_UEi, respectivamente). Estas variables están expresadas en euros y relativizadas al tamaño de la universidad en términos de personal docente e investigador, incluyéndose en el modelo en términos logarítmicos.

Otro aspecto importante que influye en la capacidad de las universidades para obtener patentes es su producción científica, habiéndose demostrado que cuanto mayor es la calidad de la investigación universitaria, mayor es el impacto en su desempeño innovador, y se accederá a mayores niveles de desarrollo de patentes y de transferencia de tecnología (Fabrizio y Di Minin, 2008; Giuliani y Arza, 2009; Caldera y Debande, 2010). Una proxy comúnmente aceptada de la calidad de la base científica de las universidades es el número de publicaciones en la ISI Web of Knowledge, dado que permite capturar la base de conocimiento científico y tecnológico de las universidades (Giuliani y Arza, 2009). Es por ello que se ha incluido también, como variable independiente, el número de artículos publicados por cada universidad en la Web of Science relativizado al tamaño de la universidad en términos de personal docente e investigador y expresado en términos logarítmicos (SCIENT\_PRODi)<sup>1</sup>.

Finalmente, se considera la ubicación geográfica de las universidades españolas con el fin de controlar por las capacidades innovadoras de la región en la que se localiza la universidad. Las universidades integradas en contextos altamente innovadores, donde prevalecen empresas altamente innovadoras, tienden a tener un mejor desempeño en términos de transferencia de tecnología, lo que favorece la actividad patentadora de las universidades (Friedman y Silverman, 2003; Baldini 2010; Rizzo y Ramaciotti, 2014). Dada la heterogeneidad del desarrollo tecnológico de las regiones españolas (Cruz-Castro et al., 2018), se incluye una variable ficticia que toma valor 1 si la universidad se ubica en un contexto altamente innovador y 0 en caso contrario. Las regiones altamente innovadoras se definen en función del número de empresas innovadoras y el gasto en I+D de las industrias de alta tecnología. Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco son las regiones más innovadoras, según los indicadores del sistema español de CTI elaborados por el Observatorio Español de I+D+i (FECYT, 2018; 2019), al concentrar más del 60% de las empresas innovadoras ubicadas en España y casi el 74% del gasto en I+D de las industrias de alta tecnología.

Las características de la variable dependiente son cruciales en la selección del método de estimación. Considerando que las patentes solo pueden adoptar valores enteros no negativos, la estimación de un modelo lineal convencional no resultaría apropiado, siendo necesario recurrir a los modelos de conteo, entre los que se encuentra por excelencia el modelo de regresión de Poisson, y que han sido ampliamente utilizados en el análisis de las patentes (Cantwell y Piscitello 2014; Álvarez y Cantwell, 2011). El supuesto más restrictivo del modelo de Poisson para obtener estimadores asintóticamente eficientes hace referencia a la distribución de la variable dependiente, imponiendo que la media

---

<sup>1</sup> La información sobre la financiación de I+D colaborativa y contractual, los fondos de I+D basados en proyectos recibidos por los programas nacionales y de la Unión Europea, el número de artículos publicados en la WOS y el personal docente e investigador se obtuvo de los informes anuales de la RedOTRI, la red española de Oficinas de transferencia de resultados de investigación de las universidades españolas y los organismos públicos de investigación.

condicional sea igual a la varianza condicional. Este supuesto se infringe con frecuencia en el caso de los datos de patentes puesto que tienden a caracterizarse por una sobredispersión, es decir, la varianza excede la media. En estos casos, la adopción de un modelo binomial negativo resulta ser más adecuado, agregando un parámetro aleatorio a la especificación de Poisson para dar cuenta de la heterogeneidad individual no observada (Hausman et al., 1984; Cameron y Trivedi, 1998).

Otro aspecto importante en la selección del método de estimación es el gran número de ceros observados para el número de patentes en la muestra (casi el 43% de las universidades españolas reportan 0 patentes otorgadas por la USPTO). Los modelos de conteo inflados con ceros permiten diferenciar el proceso que genera valores cero del proceso que genera valores positivos. Estos modelos combinan una regresión cualitativa que explica la probabilidad de observar cero como resultado mediante un modelo logit, y una regresión cuantitativa que explica los resultados del recuento mediante un modelo de Poisson o un modelo binomial negativo.

Para la primera etapa del modelo inflado con ceros, se ha controlado por la base científica universitaria, aproximada por los fondos públicos de I+D recibidos del Estado y la Unión Europea (RPROJ\_NAT<sub>i</sub> y RPROJ\_UE<sub>i</sub>), y la producción científica (SCIENT\_PROD<sub>i</sub>), ya que trabajos previos señalan la importancia de la base científica en la calidad de las patentes (Gittelman y Kogut, 2003; Caldera y Debande, 2010) y, consecuentemente, en la propensión a registrar aquellas más valiosas en las oficinas de patentes más importantes del mundo.

Para la segunda etapa, se ha realizado la prueba de razón de verosimilitud  $\alpha$  ( $\alpha$ -Likelihood Ratio test) para determinar si el modelo binomial negativo inflado con ceros (ZINB)<sup>2</sup> es más apropiado que el modelo de Poisson inflado con ceros (ZIP)<sup>3</sup> debido a la sobredispersión de la variable dependiente. No rechazar la hipótesis nula de no sobredispersión ( $\alpha = 0$ ) indicaría que es más adecuado el uso del modelo ZIP. No obstante, en las estimaciones realizadas, se rechaza la hipótesis nula por lo que se recurre al modelo ZINB. Además, se ha realizado el test de Vuong para seleccionar entre el modelo ZINB y el modelo binomial negativo. Los resultados de este test indican que es necesario optar por el modelo ZINB debido al exceso de ceros en la muestra. Es preciso señalar que el modelo ZINB tiene una ventaja adicional relacionada con el hecho de que el proceso de generación de ceros podría no sólo ser el resultado de aquellas universidades que nunca realizaron solicitudes de patentes, sino que podría deberse también a aquellas universidades que habiendo patentado, no lo hicieron en la USPTO. Esta metodología permite controlar los sesgos derivados de este posible error de especificación (Stephan et al., 2007). Asimismo, se ha comprobado si existe un problema de multicolinealidad analizando el factor de inflación de la varianza, el cual muestra un valor medio de 1,8 (con un valor máximo de 2,27), lo que indica que no existe tal problema.

Los resultados de la estimación del modelo econométrico muestran la relevancia del patrón de colaboración en las patentes universitarias, el cual se caracteriza por la

---

<sup>2</sup> Conocido como ZINB por sus siglas en inglés, *Zero Inflated Negative Binomial*.

<sup>3</sup> Conocido como ZIP por sus siglas en inglés, *Zero Inflated Poisson*.

importancia de las alianzas público-privadas y un mapa diverso definido por vínculos tanto nacionales como internacionales. En la Tabla 3.1 se observa cómo el parámetro estimado correspondiente a la variable de colaboración entre universidades y empresas, es estadísticamente significativo y tiene el signo positivo esperado, al igual que el asociado a la colaboración entre universidades y centros públicos de investigación<sup>4</sup>. No obstante, el efecto marginal de la colaboración privada es relativamente superior, prácticamente duplicando el efecto de la colaboración pública en la capacidad de patentar de las universidades españolas. Estos resultados vienen a confirmar la mayor efectividad de las relaciones entre las instituciones académicas y organismos privados en la generación de nuevo conocimiento, lo que lleva a afirmar que es un factor favorable en los procesos de transferencia de conocimiento hacia el tejido productivo.

**Tabla 3.1 Resultados de la Estimación**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Efectos Marginales (dy/dx)</b>
<i>COL_NAT</i> <sup>(†)</sup>	0.9156 (0.2654)***	2.7009 (0.6427)***
<i>COL_INT</i> <sup>(†)</sup>	1.9237 (0.3374)***	5.6744 (1.2943)***
<i>COL_PUB</i>	0.0360 (0.0059)***	0.1062 (0.0206)***
<i>COL_PRIV</i>	0.0742 (0.0439)*	0.2191 (0.1292)*
<i>RD_COL</i>	-0.2338 (0.1466)	-0.6897 (0.4419)
<i>RD_CONT</i>	-0.4276 (0.3234)	-1.2612 (0.9866)
<i>RPROJ_NAT</i>	0.3072 (0.1232)**	0.9062 (0.4311)**
<i>RPROJ_UE</i>	0.2361 (0.1333)*	0.6966 (0.4148)*
<i>SCIENT_PROD</i>	0.2019 (0.3259)	0.5958 (0.9316)
<i>REGION</i> <sup>(†)</sup>	-0.4599 (0.3150)	-1.3566 (0.9175)
<i>Constante</i>	0.9824 (2.0973)	-
Wald $\chi^2$	710.20***	
Prueba de probabilidad $\alpha$	11.72***	
Prueba de Vuong	1.73**	
Número de observaciones	48	

\* Significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%

Errores estándar robustos entre paréntesis

<sup>(†)</sup> dy/dx representa el cambio de la variable ficticia de 0 a 1

El establecimiento de relaciones tanto nacionales como internacionales también resulta significativo, observándose notables diferencias en sus efectos marginales. En particular, los resultados indican que las universidades que establecen colaboraciones a nivel

<sup>4</sup> Con el objetivo de facilitar la interpretación de los coeficientes estimados, se han incluido los efectos marginales sobre la variable de conteo, el número de patentes de las universidades españolas.

nacional presentan en media casi tres patentes más que aquellas universidades que no se involucran en este tipo de redes, si bien la pertenencia a redes de colaboración internacionales duplica dicha propensión a patentar. Pese a que estudios previos muestran que es más relevante el factor proximidad en la capacidad innovadora y de transferencia de conocimiento de las universidades, los resultados que aquí se presentan ponen de manifiesto la importancia de una mayor inserción internacional en dicho proceso.

Este aspecto también se aprecia al considerar las fuentes de financiación de las actividades de I+D que realizan las universidades españolas, al ser estadísticamente significativo el efecto de los fondos españoles y europeos destinados a proyectos de investigación en la generación de nuevo conocimiento. Si bien, en este caso, se aprecia que las ayudas nacionales parecen tener un mayor efecto, sólo dista en 0.2 puntos porcentuales de las ayudas europeas concedidas. Por el contrario, los proyectos colaborativos de I+D que se llevan a cabo con empresas, así como la contratación de actividades de I+D, no ejercen efecto significativo alguno, lo que reflejaría que los mecanismos de transferencia de tecnología no están tan desarrollados como cuando se producen otro tipo de interacciones.

A diferencia de contribuciones previas, la producción científica no parece influir en la propensión a patentar de las universidades españolas, al no ser esta variable estadísticamente significativa. Igualmente, la región en la que se localiza la universidad no resulta relevante, siendo más importantes los vínculos público-privados y la inserción en redes de colaboración que la propia ubicación.

### **3.6 Conclusiones**

Este capítulo contribuye a la comprensión de la trayectoria tecnológica de las universidades españolas y de la importancia de las redes de colaboración en la transferencia de tecnología. Basado en datos de patentes universitarias para España, en este trabajo se proporciona nueva evidencia que sugiere que existe una tendencia creciente de patentes universitarias y un aumento de la participación de las universidades en actividades innovación y de transferencia de tecnología entre diversos agentes del entorno. No obstante, se observa una baja participación de patentes universitarias en España. Esto confirma los resultados obtenidos en otros estudios como el de González y Zulueta (2007) y Fernández et al. (2009) y a nivel europeo (Duran, 2003).

De igual modo, se evidencia que las universidades españolas presentan fortaleza relativa en el sector químico, que es clave para la economía española; en materia de innovación, la industria química es una de las que más inversión realiza en I+D. Los resultados encontrados van en línea con lo obtenido en otros trabajos similares que analizan las patentes universitarias (Saragossi et al. (2003) en el caso de las universidades belgas; el trabajo de Balconi et al. (2004) para las patentes académicas italianas y las redes de colaboración de inventores, y el artículo de Baldini, (2006) que ha estudiado las patentes de las universidades danesas.

Por otro lado, las redes de colaboraciones universitarias nacionales e internacionales son factores importantes que influyen en el rendimiento tecnológico de las universidades. La complejidad de las soluciones tecnológicas contemporáneas, y la relevancia de la innovación general implican que el concepto "transferencia unidireccional de ciencia y

tecnología" ha perdido impulso a favor de la interacción y las múltiples relaciones entre diferentes agentes. Por lo tanto, es plausible afirmar que las universidades deberían establecer mecanismos cada vez más desarrollados de interrelaciones que potencien más contribuciones (y más eficientes) al desarrollo económico y social. Por estas razones, cabe aludir a que también es importante que las universidades creen mecanismos efectivos para la difusión del conocimiento al sector productivo y los campos sociales, adaptados al mercado tecnológico y a los sistemas de innovación. Al mismo tiempo, la rápida evolución y expansión de las tecnologías digitales requiere que las universidades posean un amplio conocimiento sobre los derechos de propiedad intelectual y asuman un papel de liderazgo en actividades de innovación.

De igual manera, este capítulo analiza la actividad de patentes y transferencia de tecnología de las universidades españolas, teniendo en cuenta la relevancia del contexto regional. Se encuentra que la actividad innovadora está altamente concentrada en solo cuatro regiones españolas: Valencia, Madrid, Andalucía y Cataluña. Este resultado es consistente con estudios previos en España que señalan que estas cuatro comunidades concentran más del 70% de la producción de patentes y, a su vez, son las que realizan una mayor inversión universitaria en I+D (Fernández et al. 2009, González y Zulueta (2007).

En relación a esto, es importante señalar que las universidades difieren en su posición para contribuir significativamente a la generación de conocimiento. En particular, las universidades más vinculadas al sector productivo reciben el mayor número de patentes; y estos son generalmente de naturaleza politécnica. Al mismo tiempo, la colaboración internacional en patentes universitarias refleja la transferencia de conocimiento científico y tecnológico entre inventores y solicitantes de diferentes países, y los resultados pueden volver potencialmente al entorno local.

Los hallazgos aquí presentados confirman que el patrón de patentes universitarias españolas se define por una combinación de factores que incluyen la asociación público-privada y un mapa geográficamente diverso de interacciones. La colaboración de las universidades con las empresas es más relevante para la actividad de patentamiento que las relaciones con las instituciones públicas. Sin embargo, las conexiones internacionales juegan un papel dominante sobre los vínculos nacionales y sobre la naturaleza de las asociaciones. Por otra parte, los resultados no permiten afirmar que los proyectos y contratos interactivos de I + D desempeñen un papel relevante en la generación de patentes universitarias.

En general, el impacto de la transferencia de ciencia y tecnología dependerá en última instancia de las capacidades de las universidades para generar vínculos y trabajar de manera articulada con diferentes agentes, tanto en contextos nacionales como internacionales. En consecuencia, es importante resaltar la relevancia de fomentar y fortalecer las relaciones entre las universidades y el sector empresarial, a fin de expandir los mecanismos de transferencia de la ciencia y la tecnología, una relación que ahora es esencial para las respuestas adecuadas a los retos sociales y ambientales actuales en un contexto de desarrollo sostenible.

En este sentido, es necesario un marco regulatorio para las políticas de innovación, en el que poder establecer instrumentos e infraestructuras apropiadas que faciliten la colaboración para promover la transferencia de conocimiento. Este esquema debe poder adaptarse a los continuos cambios en los sistemas sociales y económicos, e incluso ante emergencias como ha sucedido con la pandemia generada por el COVID-19, haciendo que las condiciones ambientales sean aún más relevantes. Cabe además añadir que las universidades deben estar preparadas para enfrentar tales cambios y adaptarse a los nuevos requisitos de la sociedad.



## CAPITULO IV. LA BRECHA DE GÉNERO EN LAS PATENTES ESPAÑOLAS

### 4.1 Introducción

La desigualdad de género sigue dominando en muchos aspectos de la vida social y económica y afecta, por lo general, a todos los países, sin importar su grado de desarrollo (OECD, 2017). Un referente de política internacional para lograr la igualdad de género ha sido la declaración y plataforma de acción de Beijing de 1995, considerado el programa más visionario en favor de los derechos y el empoderamiento de las mujeres, entendiéndose como una llamada a eliminar cualquier tipo de desigualdad entre las personas (ONU MUJERES, 1995). Asimismo, en el marco de la Unión Europea (UE), se ha impulsado la estrategia de transversalidad de género, también conocida por su denominación en inglés "*Mainstreaming de género*" para la consecución de la igualdad entre mujeres y hombres, y, la aplicación de políticas transversales de género que supongan un cambio estructural y social (Consejo de Europa, 1998).

En este contexto, cabe resaltar que la brecha de género en muchos ámbitos ha ido recibiendo una atención considerable en las últimas décadas, por parte de responsables políticos, organismos internacionales, así como de investigadores. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados para el avance de la igualdad de género a nivel global, aún existen condiciones desfavorables para la inclusión de las mujeres en diferentes contextos sociales. Según el Informe Global de Brecha de Género, el tiempo que se tardará en cerrar la brecha de género se ha reducido a 99,5 años en el 2019, respecto a los 108 años estimados en 2018; es decir, aún queda un siglo de espera para reducir la desigualdad (World Economic Forum, 2020).

Por otro lado, esta problemática se extiende al considerar la representación insuficiente de las mujeres en los ámbitos científicos y tecnológicos, siendo la actividad de patentes uno de los factores en los que la posición es más crítica. Al tiempo, estas “brechas de género” son difíciles de medir ya que existen pocos datos e indicadores disponibles para estudiar estos fenómenos (Frietsch et al., 2009; Naldi y Parenti, 2004) y, lo esencial es comprender las razones por las cuales existen tales disparidades y su impacto en la sociedad.

La presente investigación trata de contribuir a esta discusión, realizando un análisis empírico que, siendo sencillo, constituye una contribución al estado del conocimiento sobre la participación de las mujeres en las patentes, al tiempo que aporta datos desagregados por género en el campo de la innovación tecnológica en España. Estas cuestiones son relevantes ante la escasez de información pertinente y dado que el análisis exploratorio puede contribuir a fundamentar los procesos de toma de decisiones en que permitan elaborar políticas con base empírica y plantear soluciones potenciales para hacer frente a los desequilibrios en este ámbito.

Para abordar esta problemática, en esta tesis se ha optado por tomar como referencia a España, un país moderadamente innovador y con una posición bastante consolidada en

cuanto a la igualdad de género. El objetivo principal es visibilizar la participación de las mujeres en las actividades de innovación, recopilando datos precisos y confiables sobre la participación de las mujeres, específicamente en las patentes. En particular, la investigación se centra en analizar la participación de la mujer en la generación de nuevos conocimientos y su inserción en redes de colaboración, abordando las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué proporción de patentes con participación española corresponden a hombres, mujeres y/o equipos mixtos?
2. ¿Cuál es la contribución de las mujeres en las patentes generadas por equipos mixtos?
3. ¿En qué campo tecnológico es mayor la participación femenina?
4. ¿Está la participación femenina más inmersa en redes de colaboración de carácter nacional o de carácter internacional?

El capítulo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2, se aborda los principales argumentos con respecto a la brecha de género en ciencia y tecnología de acuerdo a la evidencia empírica previamente disponible. En la sección 3, se presenta el enfoque metodológico, se describe la base de datos de patentes, los criterios de selección según nombres específicos para España y la clasificación tecnológica utilizada. La sección 4 contiene los resultados y la discusión. En la sección 5, se presentan las principales conclusiones.

## **4.2 Antecedentes**

La literatura científica confirma la baja tasa de participación de las mujeres en actividades de ciencia y tecnología, y cómo difieren sustancialmente entre países, campos tecnológicos y sectores institucionales (Giuri y Mariani, 2007; Naldi, 2004; Morgan et al. 2001; Bunker y Smith-Doerr, 2008; Martínez et al. 2016). En las últimas décadas, se han realizado importantes esfuerzos de investigación para tratar de comprender mejor cómo las mujeres participan en actividades de ciencia y tecnología. Sin embargo, gran parte de la literatura se ha centrado en la productividad científica, analizando las diferencias entre hombres y mujeres (Long, 1990:1992; Mauleón y Bordons, 2006). Así, pueden encontrarse, por ejemplo, estudios sobre la participación de las mujeres científicas en la academia en los que se argumentan que las mujeres obtienen peores resultados en términos de productividad, debido a que se especializan menos en su tema, en promedio, respecto a los hombres (Ding et al., 2006; Fox, 2001; Leahey, 2006).

De hecho, estudios anteriores han demostrado que, en todos los niveles, ha existido una gran disparidad en los logros profesionales y en las oportunidades de mujeres científicas (Etzkowitz, et al., 2000; Fountain, 2000). La diferencia en la propensión a publicar o a patentar, entre hombres y mujeres, en la industria, en comparación con los académicos, tiene su origen en diferentes estructuras de oportunidad (Bunker, 2006; Bunker y Smith-Doerr 2005).

Asímismo, Ding et al. (2006) analizaron datos longitudinales sobre carreras académicas, realizando entrevistas para determinar el alcance y las causas de la brecha de género en las patentes relacionadas con las ciencias de la vida. El estudio evaluó una muestra aleatoria de 4227 científicos durante un período de 30 años, afirmando que, si bien la brecha de género en el ámbito académico ha disminuido con el tiempo, aún sigue siendo considerable. Por otro lado, Meng (2016), indica que tener vínculos de colaboración con la industria podría aumentar significativamente la probabilidad de que las científicas académicas participen en patentes. Cabe hacer notar que los estudios empíricos a gran escala, centrados en las comparaciones entre hombre y mujer en el ámbito científico, han proliferado en los últimos años; no obstante, presentan pocos detalles sobre la participación femenina en el sector tecnológico, concretamente sobre la actividad de las mujeres en las patentes.

En particular, el estudio de la brecha de género referido a las solicitudes de patentes, es bastante complejo; a los aspectos a los que se ha hecho alusión previamente en esta tesis, hay que añadir que las oficinas de patentes no publican los datos correspondientes al sexo de los inventores dentro de la información de cada patente. De hecho, estudios previos han señalado la necesidad de contar con más información por género (Mauleón y Bordons, 2006; Frietsch et al., 2009; Naldi y Parenti, 2004) y el interés de examinar la diversidad existente específicamente en actividades de innovación (Díaz-García et al., 2013; Faems y Subramanian, 2013; Sastre, 2015).

Algunos autores han aplicado una perspectiva basada en el género a diversas medidas de actividad innovadora, encontrando que las mujeres tienden a patentar menos que sus homólogos masculinos (Morgan et al. 2001; Bunker, 2006; Bunker y Smith-Doerr 2005; Rosser, 2009). Además, las mujeres rara vez ostentan el rol del "inventor principal" de una patente y, entre las que lo son, la mayoría se concentran en tecnologías de patentes asociadas con roles femeninos tradicionales tales como joyas y prendas de vestir (Milli et al, 2016). Es decir, la exclusión de las mujeres como investigadoras e innovadoras significa no solo la pérdida de talentos, sino la exclusión de los tipos específicos de conocimiento que las mujeres desarrollan y mantienen (Kugele, 2009: 2010).

Naldi (2004), estudia las diferencias por género en la actividad científica y tecnológica en una muestra de países europeos, identificando una importante brecha de género que obedece a que el 97% de las patentes tenía al menos un inventor masculino, en comparación con que solo el 12% tiene al menos una inventora. Por su parte, McMillan (2009), estudió cómo las actividades de patentes femeninas difieren de las de los hombres en la industria de biotecnología en los Estados Unidos. Entre sus hallazgos está que las mujeres patentan mucho menos que los hombres, aunque la calidad de sus patentes es mayor, se citan más, y no existen diferencias sustanciales entre hombres y mujeres en lo que respecta a la generalidad y originalidad de las patentes.

Frietsch et al. (2009), realizó un análisis de bases de datos de patentes y publicaciones, aplicando una metodología específica a 14 países, para asignar sistemáticamente el género a los nombres de inventores y autores. El hallazgo principal es que la contribución de las mujeres en las patentes presentadas por países europeos, oscila entre el 2,9% en Austria y el 14,2% en España, ratificando que la brecha de género varía según los países.

Hunt et al. (2013) dejan claro que los primeros pasos que hay que dar para conseguir el aumento de las tasas de patentes femeninas debe ser el aumento de la representación femenina en el campo de ingeniería eléctrica y mecánica, en relación con las ciencias de la vida, y en trabajos que involucran diseño y desarrollo. Jung y Ejermo (2014), realizaron un estudio sobre inventores suecos que presentaron solicitudes de patentes a la Oficina Europea de patentes (EPO) durante el período 1985-2007, combinándola con el registro de población de Suecia, para analizar las tendencias y patrones, a nivel de género, edad y educación. Su análisis muestra que la proporción de mujeres aumentó de 2,4% en 1985 a 9,1% en 2007. Sin embargo, la velocidad de la reducción de la brecha de género en patentar ha sido mucho más lenta que en otras actividades socioeconómicas comparables.

Busolt y Kugele (2009) analizaron las patentes solicitadas a la EPO por algún país miembro de la UE-27 durante el período 2001-2003 y su resultado muestra que sólo un 8% de los inventores eran mujeres, así como la tendencia de las mujeres a concentrarse en el sector público frente al privado, y a tener una preferencia clara por determinados campos científicos tales como química y farmacia.

Más recientemente, Toole et al. (2019), examinó las patentes de Estados Unidos concedidas desde 1976 hasta 2016, para analizar las tendencias y características de las patentes en las que participaban mujeres. Estos autores concluyen que, a pesar de que hay una mayor participación femenina en ocupaciones de ciencia, ingeniería y emprendimiento, sigue persistiendo una diferencia notable en el número de inventores de patentes de género masculino y femenino. De igual modo, un Informe del “*Institute for Women's Policy Research (IWPR)*”, sugiere que manteniéndose constante la tasa actual de progreso, no se espera que las mujeres logren la paridad en las patentes hasta el año 2092 (Milli et al, 2016).

Por otro lado, en España, Díaz-García et al., (2013), estudian la diversidad de género dentro de los equipos de I + D, basándose en datos de la encuesta de innovación. Los resultados respaldan que la diversidad de género se da principalmente dentro de los equipos de I + D y que esto genera ciertas dinámicas que fomentan soluciones novedosas que conducen a la innovación radical.

De igual manera, Mauleón y Bordons (2010), analizan la participación de científicos masculinos y femeninos en España, a través de las solicitudes de patentes presentadas en la base de datos española (OEPM) durante el período 1990-2005, encontrando que las instituciones de investigación del sector público son las que concentran la mayor presencia femenina relativa, y que las mujeres tienden a trabajar en equipos mixtos con más frecuencia que solas o en equipos formado solo por mujeres.

Posteriormente, estas autoras presentan indicadores de actividad tecnológica por género, basados en el análisis de las patentes solicitadas por inventores españoles en la Oficina Europea de Patentes (EPO) en el periodo 1999-2007; entre sus resultados cabe destacar que, de un total de 6.860 solicitudes de patentes, solo el 20% presenta participación femenina, y la mayoría son en el sector químico (Mauleón y Bordons, 2014). Otro estudio realizado el mismo año, analiza la participación de hombres y mujeres en las patentes españolas solicitadas en la Oficina Europea de Patentes (EPO) durante 1990–2004 y los

resultados confirman que las inventoras muestran una tendencia más fuerte a colaborar que sus contrapartes masculinas, habiéndose incrementado la participación de las mujeres especialmente en las universidades y en los equipos mixtos (Mauleón et al, 2014).

### **4.3 Metodología**

Las patentes son indicadores con múltiples aplicaciones y son ampliamente aceptados en el análisis de la actividad científica y tecnológica (Narin 1994; Breitzman y Moguee, 2002; Nesta y Patel 2004). Al mismo tiempo, permiten examinar cuestiones de género, cuando éste puede identificarse con la ayuda de datos complementarios (Trajtenberg y otros, 2006). En este sentido, los datos de patentes constituyen un instrumento útil para analizar la contribución de las mujeres a la innovación y al desarrollo tecnológico (Naldi et al. 2004; Bordons et al. 2008; Mauleón y Bordons, 2010; 2014).

Los datos de patentes concedidas o asociadas a inventores y/o solicitantes españoles para el periodo 1976-2019, se descargaron a través de la plataforma PatentsView ([www.patentsview.org](http://www.patentsview.org)), un recurso de datos basado en la web con el apoyo de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO, 2019). Tal como se ha explicado en capítulos previos de esta tesis, esta herramienta de visualización de datos incluye información bibliográfica sobre los inventores, solicitantes de cada patente, sus países de origen y la clasificación tecnológica, entre otra información relevante. Una patente emitida por la USPTO se considera inventada en España si al menos uno de los inventores o solicitante que figuran en la patente tiene una dirección de residencia en España. Sin embargo, la información de género de los inventores sigue sin haberse registrado en la base de datos de patentes hasta hoy.

De ahí que la mayor dificultad que emerge cuando se usan datos de patentes es que no hay una manera fácil ni directa de establecer el género de los inventores debido a las limitaciones que presentan los datos. Por lo tanto, para estudiar la participación de las mujeres en las patentes, se desarrolló un método basado en nombres para clasificar a los inventores como hombres o mujeres. Estudios previos confirman la viabilidad de utilizar el nombre para producir indicadores de género con datos específicos vinculados al país, lo que evidentemente puede variar dependiendo del idioma y requiere un conocimiento profundo sobre el idioma y las modalidades locales (Naldi et al., 2004; Frietsch et al., 2009; Sugimoto et al., 2015; UKIPO, 2016; Martínez et al. 2016).

En el caso de España, la mayoría de nombres, tanto de hombres como de mujeres, están claramente diferenciados, lo que permite la clasificación por género. La metodología se desarrolló, por lo tanto, de la siguiente manera:

#### **a) Identificación del género de los inventores**

El primer paso para asignar el género a los inventores (hombre y mujer), fue tomar como referencia el nombre registrado en cada patente. Para ello, se han utilizado dos fuentes diferentes de datos vinculados al nombre y género: (i) el diccionario mundial de nombres de género de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), que incluye 6.2 millones de nombres de 182 países, entre ellos España (Martínez et al. 2016). Este diccionario fue construido utilizando fuentes de información específicas del país,

incluyendo instituciones nacionales de estadística pública; y (ii) el listado de nombres de hombres y mujeres más frecuentes de España, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) que incluye tanto el nombre simple (un nombre) como el nombre compuesto (dos o más nombres). En este caso, se consideran como nombres iguales aquéllos que se diferencian en una partícula. Por ejemplo, “María del Carmen” proporciona los mismos resultados que “María Carmen”.

Para la clasificación de los inventores, se utilizó el primer nombre de los inventores que tenía probabilidad de ser femenino o masculino que coincidía, por un lado, con el diccionario de la OMPI, y por el otro, con el listado de frecuencias de nombres del INE. Para los inventores con dos nombres, se aplicó el mismo criterio, cuando el primer nombre era ambiguo, se priorizó por la mayor frecuencia del nombre. Finalmente, se excluyeron a los inventores para los cuales nuestro método no proporcionó una clasificación de género del inventor.

#### **b) Clasificación de patentes por equipos**

En segundo lugar, las patentes se clasificaron de acuerdo al género de los inventores de la siguiente manera: (1) Patentes de equipos femeninos, que incluye una mujer trabajando de forma individual o en equipo de solo mujeres. (2) Patentes de equipos mixtos que incluye la participación tanto de hombres como de mujeres. (3) Patentes de equipos masculinos, que incluye un hombre trabajando de forma individual o en equipos de solo hombres. Este análisis se concentra, por lo tanto, en las dos primeras categorías.

Asimismo, se analizó la contribución, proceso también conocido como de conteo fraccional, que mide la participación de cada género en la creación de una patente, asumiéndose que todos los inventores tienen el mismo nivel de implicación. Se basa en el recuento fraccionado, por ejemplo, en una patente con "n" inventores, la contribución de cada género es igual al número de inventores del género respectivo dividido por "n". De tal forma que la suma de la contribución de ambos géneros involucrados en una patente es igual a 1. Esto se hace para eliminar el recuento múltiple de patentes con más de un inventor (Naldi et al. 2004).

#### **c) Clasificación tecnológica de las patentes**

Las patentes de utilidad se agruparon, en un tercer paso, en las categorías de tecnología de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), basadas en la Clasificación Internacional de Patentes. Las categorías reflejan 5 sectores que pueden desglosarse aún más en 35 campos. El sector de Ingeniería eléctrica incluye telecomunicaciones, comunicación digital, tecnología informática, métodos de gestión de TI, semiconductores, etc. El sector de Instrumentos, incluye tecnología relacionada con la óptica, medición, análisis de material biológico, control y tecnología médica. El Sector, Química incluye tecnología relacionada con la química orgánica fina, biotecnología, productos farmacéuticos, química macromolecular, química de alimentos, materiales, etc. El de Ingeniería mecánica tecnología relacionada con máquinas herramienta, motores, bombas, turbinas, elementos mecánicos, transporte, procesos térmicos y aparato, etc. (Schmoch, 2008).

#### **d) Redes de colaboración por género**

En cuarto lugar, atendiendo a que las relaciones de colaboración son un ancla importante de la actividad innovadora, se tuvo en cuenta los datos sobre colaboración; en particular, ha sido creciente la tendencia de las colaboraciones científicas, los proyectos colaborativos de I + D y las patentes, razón por la cual se han explotado ampliamente para obtener información sobre la estructura y la evolución de las redes en diferentes industrias y países (Powell y Grodal, 2005; Bunker, 2006; Ozman, 2009). En este contexto, para examinar el posicionamiento de las mujeres en redes de coinvencción, se dividen las patentes en dos grupos: (1) Patentes nacionales: cuando tanto el inventor como el solicitante se encuentran en España. (2) Patente conectada internacionalmente: cuando al menos un solicitante o inventor se encuentra en España y al menos un solicitante o inventor se encuentra en el extranjero. Considerando, a la vez, la participación en equipos conformados por solo mujeres y en equipos mixtos, es decir, con participación tanto de hombres como de mujeres.

### **4.4 Discusión de resultados**

#### **4.4.1 Patentes con participación española por género**

En el periodo comprendido entre 1976 y 2019, hay un total de 19.014 patentes otorgadas que incluye al menos un inventor o solicitante ubicado en España. Se excluye a los inventores para los cuales nuestro método no proporcionó una clasificación de género del inventor. De manera que, se eliminaron 2.186 patentes, por lo que el conjunto de datos final contiene 16.828 patentes, esta cifra solo incluye las patentes para las cuales el nombre del inventor se pudo inferir completamente.

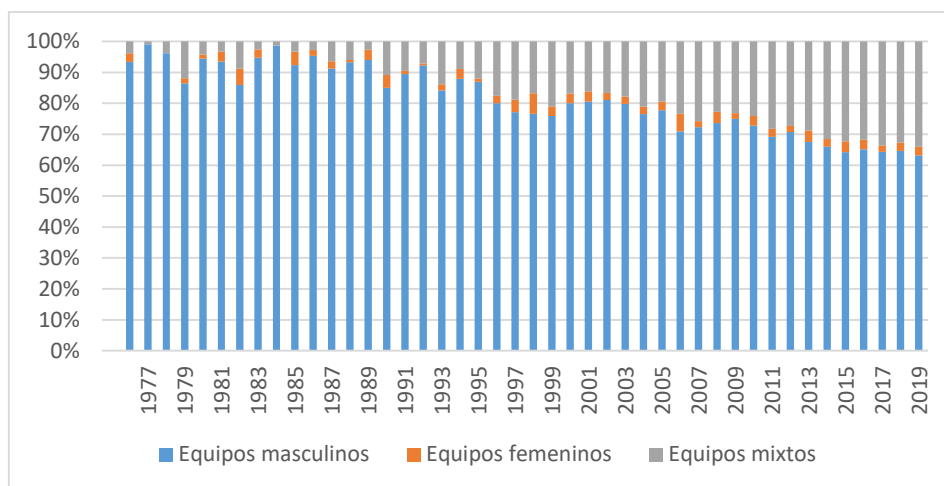
La evolución temporal de las patentes con participación española, muestra un predominio claro de patentes con inventores masculinos, que asciende al 73% del total -Gráfico 4.1. Existe una brecha importante entre hombres y mujeres en lo que respecta al número de patentes, pues las mujeres comprenden una pequeña minoría de inventores en todo el periodo analizado, que tan solo representa el 3% del total. Esta brecha de género en las actividades de patentes ha sido explicada por Hunt et al. (2013), atendiendo a diferencias en educación, la tasa de estudios completados en ciencias e ingeniería, y la participación en tareas laborales relacionadas con el diseño y el desarrollo.

Sin embargo, las patentes de equipos mixtos, que representan el 24% del total, muestran un repunte modesto en los años noventa y un crecimiento significativo a partir del año 2006, lo que sugiere que el crecimiento de la participación femenina está claramente condicionado por su integración en equipos de tipo mixto. Esto puede haber mejorado la participación de mujeres en innovación en los últimos años como resultado de su preferencia por la investigación colectiva (Bunker y Smith- Doerr 2008).

La participación de las mujeres como inventoras principales o en equipos integrados solo por mujeres, se ha mantenido bastante rezagada a lo largo del periodo. Una de las razones de esa lenta evolución es que durante la época del franquismo (1939-1975), se restringieron severamente los derechos de las mujeres. Las actividades que desarrollaban

estaban relacionadas principalmente con la limpieza del hogar, la crianza de los hijos y el cuidado del esposo (Garrido e Higuera, 2013). En los años posteriores, tras la recuperación de la democracia, el cambio en el estatus de las mujeres fue especialmente significativo, debido a que se produjeron importantes avances en la incorporación de la mujer a distintos campos de actividad, incluyendo tanto el ámbito científico como el industrial.

**Gráfico 4.1 Patentes por género asociadas a España, 1976-2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

El interés en promover la igualdad de oportunidades en España se ha manifestado legislativamente a través del establecimiento de políticas públicas para equiparar las condiciones de las mujeres a la de los hombres. Desde la constitución española de 1978, hasta la promulgación de la Ley Orgánica 3 de 2007, la que establece la integración y transversalidad del enfoque de género en todos los niveles de la gestión pública. Por otro lado, destaca el Real Decreto 1401/2018, crea el Observatorio «Mujeres, Ciencia e Innovación», para la igualdad de género en el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el fin de lograr igualdad real y efectiva en la participación de las mujeres en todos los niveles, y en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la innovación.

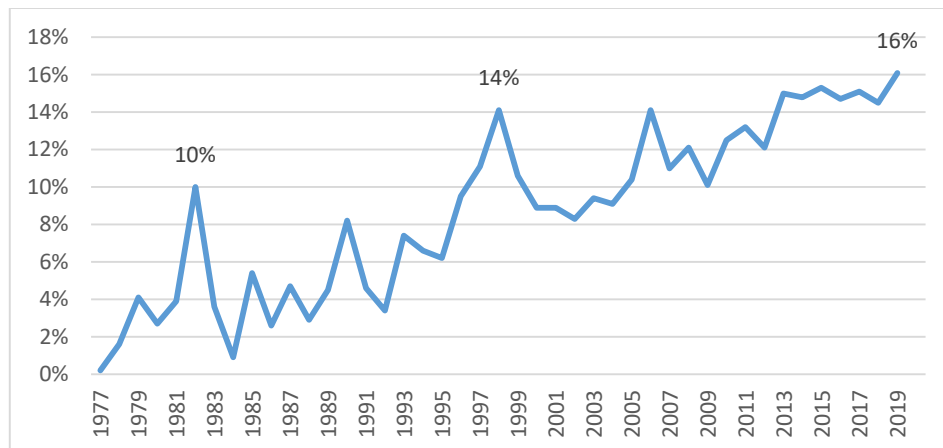
No obstante, en la actualidad, la brecha de género en actividades de ciencia y tecnología sigue siendo persistente en España. Estudios previos a nivel estatal, señalan que se ha progresado significativamente con respecto a la presencia de mujeres en el ámbito académico, sin embargo, destaca la segregación vertical de género –techo de cristal– en la carrera investigadora, así como la escasa presencia de mujeres en los cargos de gobierno y la brecha de género en el sector tecnológico (Alcalá et al. 2007; García de Cortázar et al. 2006; Sánchez et al. 2011; Rodríguez et al. 2017; Mateos y Gómez, 2019).

La participación femenina en las patentes ha tenido, de hecho, un crecimiento moderado. El Gráfico 4.2 muestra los cambios en la proporción de inventores que son mujeres a lo largo del tiempo. La proporción de mujeres inventoras ha pasado de representar un 10% en la década del ochenta, hasta llegar a ser de un 16% en el año 2019. Sin embargo, el porcentaje por patente que representan las mujeres entre los inventores es del 11,9%. Este



resultado es consistente con estudios previos en España que señalan que la presencia de las mujeres es especialmente baja en la investigación industrial y en actividades relacionadas con la innovación tecnológica (Mauleón y Bordons, 2014, 2017).

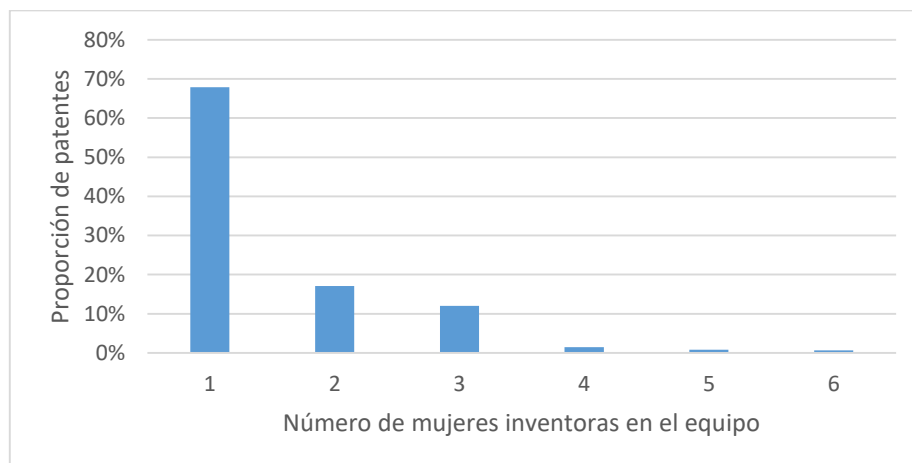
**Gráfico 4.2 Porcentaje de participación femenina, 1976 – 2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

Asimismo, resulta evidente que las mujeres tienden a patentar de forma individual, gráfico 4.3. Las patentes presentadas de forma individual son el 68%, mientras que las patentes de equipos conformados por dos o tres mujeres inventoras representan el 17% y el 12%, respectivamente.

**Gráfico 4.3 Patentes de equipos femeninos, 1976 – 2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

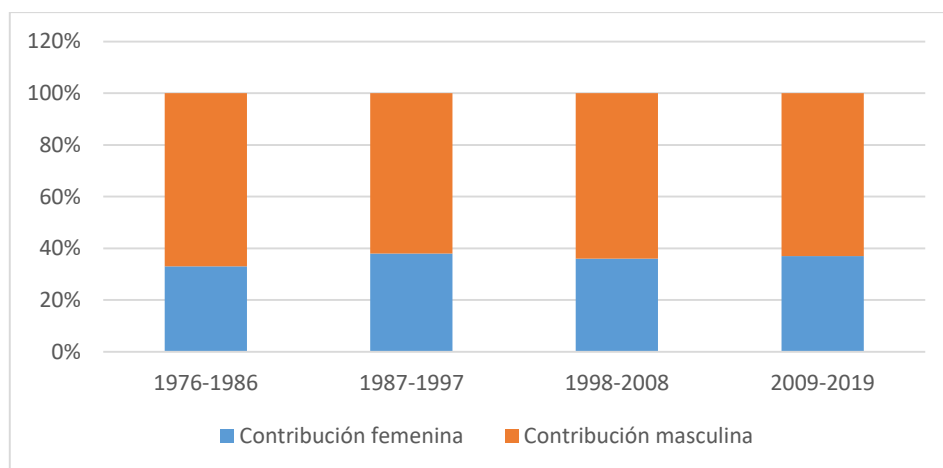
Al examinar el total de patentes femeninas (473), se observa que las patentes de utilidad representan el 77%, las patentes de diseño el 21% y el restante 2% son patentes de plantas. En este sentido, es importante resaltar que la participación inventiva de las mujeres en las

patentes de diseño se ha generado en diferentes sectores como el de la cosmética (envases cosméticos), el calzado (sandalias, diseño de suelas) y la joyería (diseño de pulseras, colgantes y anillos con adornos). Además, ha participado en una gran variedad de diseños relacionados con accesorios de iluminación, cafeteras, utensilios de baño y hogar, instrumentos de escritura, estuche para discos digitales, o juguetes, entre otros, que son muy representativos para el sector empresarial y, por lo tanto, para la economía española. Las patentes de utilidad se analizarán con detalle en la siguiente sección de acuerdo a la clasificación tecnológica.

Por otro lado, mientras que el número de patentes presentadas por mujeres de manera individual, o en equipos de solo mujeres, es relativamente bajo, en casi todos los sectores destaca un incremento en la participación de las mujeres en la actividad de patentes dentro de los equipos mixtos. En lugar de equipos integrados exclusivamente por mujeres, los equipos de género mixto están impulsando la mayor parte del crecimiento en patentes otorgadas con al menos una inventora. Estos resultados son consistentes con el estudio de Mauleón y Bordons (2010), que destaca que las mujeres tienden a trabajar en equipos mixtos con más frecuencia que solas o en equipos formados solo por mujeres.

La contribución de las mujeres en las patentes de los equipos mixtos a lo largo del periodo analizado corresponde al 37%, en promedio- Gráfico 4.4. Esto refleja, la relevancia de la colaboración entre hombres y mujeres para la disminución de la brecha de género en actividades de innovación. Es cada vez mayor la propensión de las mujeres a colaborar con otros inventores en diferentes campos tecnológicos. La diversidad de los grupos en áreas de trabajo donde ya existe un equilibrio de género razonable, alienta la presencia de mujeres y mejora el desempeño del equipo (Bear y Woolley 2011).

**Gráfico 4.4 Contribución femenina a los equipos mixtos, 1976 – 2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

En particular, existe una mayor proporción de patentes, el 64%, con una mujer dentro del equipo mixto, seguida de una proporción de 22% y de 8% correspondiente a equipos que incluyen la participación de dos y tres mujeres, respectivamente. El restante corresponde

a equipos con participación de cuatro o más mujeres. En general, estas tendencias enfatizan la creciente importancia de comprender la relación entre el género, la dinámica del equipo y la creación de conocimiento colaborativo entre inventores (Crescenzi et al., 2016).

#### **4.4.2 Inventiva femenina por campos tecnológicos.**

El número total de patentes con una clasificación de sector tecnológico de la OMPI, corresponde a 14.649 (87% de las patentes). Los Gráficos 4.5, 4.6 y 4.7 presentan las proporciones de equipos con hombres, mujeres y equipos mixtos, asociados con las patentes dentro de cada sector y campo tecnológico. Si bien la mayor proporción de patentes corresponde a equipos de solo hombres en los campos de ingeniería mecánica (85%) y otros (90%). Se destaca que el 49 % de las patentes relacionadas con la química provienen de inventores de equipos mixtos, uno de los sectores más representativos de la economía española. No obstante, las patentes de equipos formados solo por mujeres corresponden al 3% en este sector.

Por otro lado, dentro del sector de ingeniería eléctrica, la participación femenina en los campos de Comunicación digital y tecnología de computadores, es relativamente baja, con una proporción 18 y 9 patentes, respectivamente -Gráfico 4.5. Sin embargo, las proporciones aumentan moderadamente en patentes de equipos mixtos, así como en el campo de telecomunicaciones. Esto sugiere que la brecha de género existente en el sector tecnológico tiende a aumentar, dado que las tecnologías de la información y la comunicación están transformando e incidiendo en todos los sectores económicos y, consecuentemente, en los empleos asociados al mismo; este aspecto adquiere una especial gravedad dado que es la industria que más empleo neto creará en los próximos años (Mateos y Gómez, 2019).

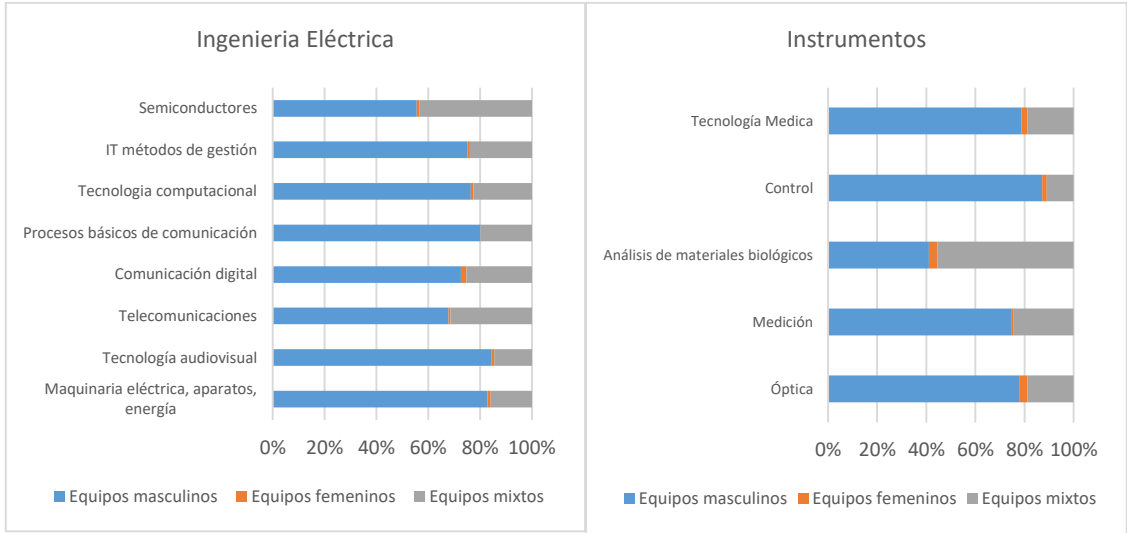
Dentro del sector de instrumentos, la participación femenina se concentra principalmente en patentes relacionadas con las tecnologías médicas (16) y en segundo lugar con el campo óptico (6). En los equipos mixtos destaca, en primer lugar, la tecnología médica (120), la medición (99), y el análisis de materiales biológicos (62) patentes respectivamente.

En cuanto al sector de la química -Gráfico 4.6, ciertos campos exhiben tasas de inventoras más altas. Por ejemplo, las mujeres presentan una mayor participación en el campo de química fina orgánica (51 patentes), farmacéutica (30 patentes) y biotecnología (20). Del mismo modo, los equipos mixtos presentan una mayor proporción de patentes en estos campos con 745, 329 y 437 patentes en cada uno de los casos mencionados.

Es decir, que la participación inventiva de las mujeres ha estado enmarcada principalmente en el sector químico, tanto a nivel individual como en equipos mixtos. Este resultado muestra un patrón consistente con estudios previos, siendo la contribución de las mujeres mayor en el campo químico (Frietsch et al 2009; Mauleón y Bordons, 2014) y menos activas en ingeniería mecánica. Así, se puede observar la brecha, incluso en sectores como el de las ciencias químicas, que ha sido el más accesible, ya que incluye un mayor número de inventoras que otros sectores. Por otro lado, Jung y Ejermo (2014)

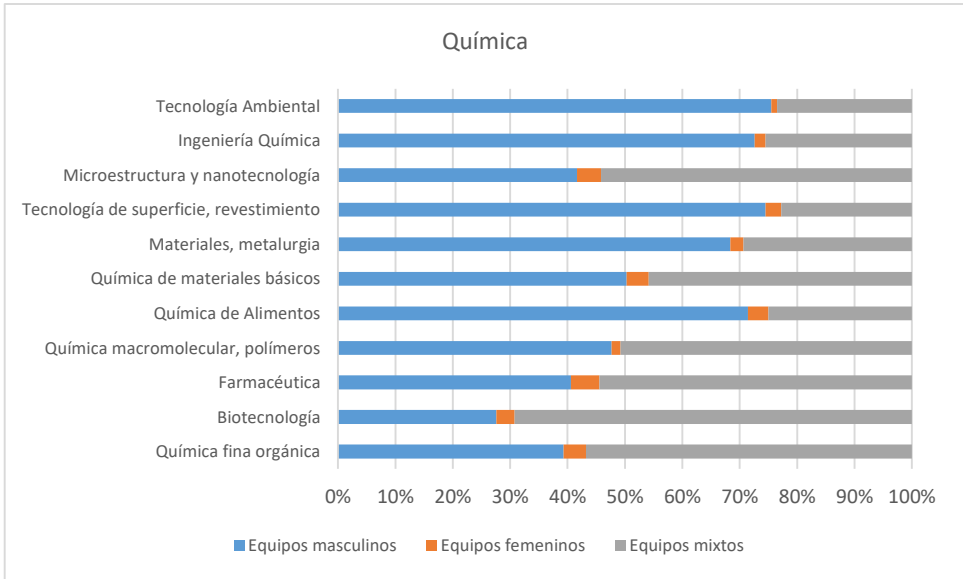
observan que, para los inventores suecos, las mujeres son más activas en química e instrumentos, y que los inventores masculinos dominan la ingeniería eléctrica y mecánica.

**Gráfico 4.5 Patentes por género en Ingeniería Eléctrica e Instrumentos, 1976-2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

**Gráfico 4.6 Patentes por género en el sector “Química”, 1976-2019**



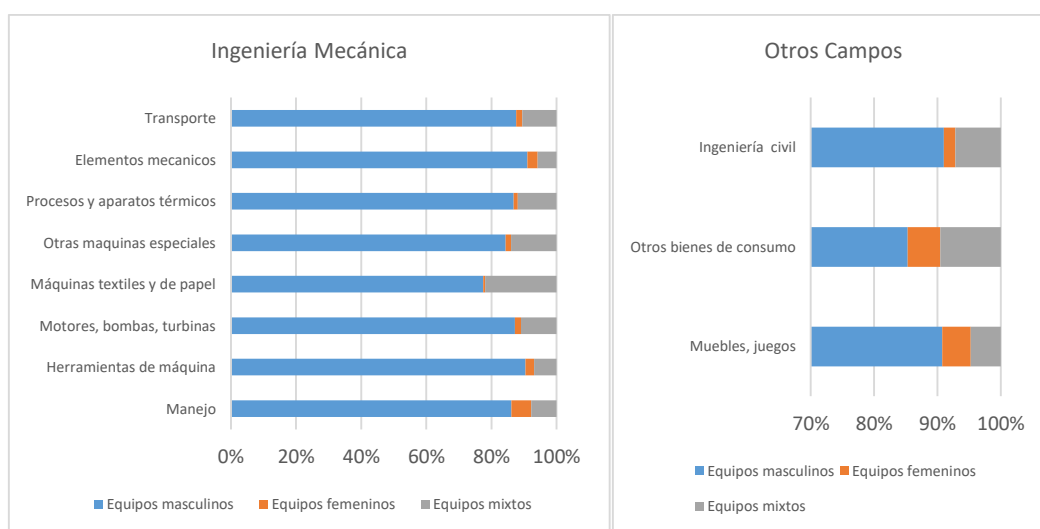
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

Asimismo, Mauleón y Bordons (2010) también muestran una alta especialización de las mujeres en ciertos campos tecnológicos, como necesidades humanas, química y metalurgia, que difiere de los sectores masculinos que se concentran en primer lugar en realizar operaciones mecánicas y transporte.

Los campos que muestran la mayor disparidad de género son los relacionados con procesos y aparatos térmicos, elementos mecánicos y transporte -Gráfico 4.7. La mayoría de patentes son de equipos de hombres trabajando de forma individual o en equipos de solo hombres. Sin embargo, existe presencia femenina en el campo Handling o Manejo, que, en términos de intensidad de investigación, es bastante heterogéneo. Está relacionado principalmente con elementos como ascensores, grúas, robots y dispositivos de embalaje. El trabajo pionero de las mujeres en la década de los ochenta, ha favorecido en cierta manera la paulatina incorporación de la mujer en la actividad de un sector que tradicionalmente ha estado muy masculinizado.

Por último, el sector "Otros", cubre subclases misceláneas, no cubiertas por los otros cuatro sectores. Muestra una proporción relativamente alta de patentes en ingeniería civil (456), muebles y juegos (404) generadas por equipo de hombres. Sin embargo, existe participación femenina en estos campos, en una menor proporción de patentes con 9 y 20, respectivamente. Esto sugiere que, en algunas áreas técnicas, donde la paridad de género está muy lejos o no se puede lograr de forma natural, puede estar relacionada también con otras áreas de la actividad humana, incluso sin barreras para la participación, un género pueda tener un mayor interés en participar en un sector que en el otro (Bear y Woolley 2011).

**Gráfico 4.7 Patentes por género en Ingeniería Mecánica y otros, 1976-2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

Las diferencias por género en la selección de campos de estudio es un importante factor subyacente que contribuye a explicar esta desigualdad en las actividades realizadas por hombres y mujeres. Las mujeres tienden a concentrarse en ciertos campos y, por lo tanto, se puede decir que la propensión a innovar no depende del género sino del campo tecnológico, y que las mujeres y los hombres en el mismo campo tecnológico presentarían la misma probabilidad de desarrollar productos y servicios. Por otro lado, la baja afinidad de las mujeres hacia algunos campos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que se detecta desde la elección de los estudios universitarios,

no facilita su integración en estos campos y su implicación en el desarrollo de nuevas tecnologías (Hunt et al., 2013; Mauleón y Bordons, 2010; 2014).

Un aspecto que resulta relevante es que, en España, el porcentaje de mujeres graduadas en educación superior es de un 53,3% y el de hombres 46,7%. Sin embargo, al desagregar, por campo de estudio, el mayor porcentaje de mujeres que se gradúan en educación superior respecto al total de alumnos graduados corresponde al campo de negocios, administración y derecho con un 11,2%, salud y bienestar con el 10,7% y el menor porcentaje corresponde a tecnologías de información y comunicación con un 0,6% (INE, 2017). En este sentido, la baja participación de las mujeres en la actividad de patentamiento en España, está condicionada en cierta medida, por la elección de estudios universitarios.

La evidencia de los bajos niveles de la inventiva femenina a la luz de otros estudios recientes (UKIPO, 2016; Toole et al. (2019), refuerza la idea y el compromiso con la educación y las carreras (STEM), que agrupa las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. En este sentido, la adquisición de competencias en estos campos, a nivel de conocimientos, habilidades y actitudes, es esencial para que las mujeres puedan alcanzar la igualdad de género. Si bien los recuentos de patentes no brindan una medida directa de la innovación, permite hacer una aproximación empírica de la participación de la actividad inventiva de las mujeres y su integración en redes de innovación.

#### **4.4.3 Redes de colaboración nacional e internacional**

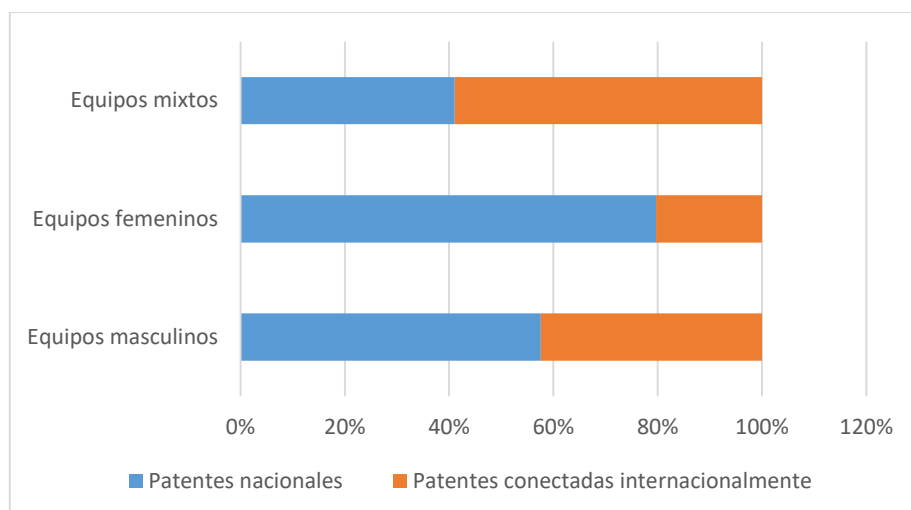
La generación de innovaciones se considera cada vez más un proceso colectivo, en donde el conocimiento se comparte entre una comunidad de inventores que a menudo son empleados por organizaciones con intereses competitivos de propiedad intelectual (Powell y Giannella, 2010). La producción de patentes en España está claramente impulsada en gran parte por la conexión con grupos de conocimiento extranjeros. El 54% de las patentes en la USPTO (9.120) están conectadas internacionalmente y el 46% (7.708) son domésticas, es decir tanto el inventor como el solicitante se encuentran ubicados en España. Esto refuerza la noción de que el proceso de creación de conocimiento se caracteriza cada vez más por la colaboración entre inventores especializados y diversificados (Wuchty et al. 2007).

El gráfico 4.8 ilustra las tendencias en colaboración, tanto nacionales como internacionales, de los inventores españoles sobre patentes emitidas en los Estados Unidos desde 1976 hasta 2019. Las patentes domésticas de equipos de solo hombres representan el 58%; en las patentes de equipos mixtos las domésticas representan el 41% y en las patentes de equipos formados solo por mujeres el 80%. Estos datos proporcionan una idea de hasta qué punto los equipos de solo mujeres se encuentran integradas principalmente a redes nacionales de innovación.

Esta distribución también indica que los equipos integrados solo por mujeres tienen vínculos internacionales más bajos, 20% en comparación con sus contrapartes masculinas 42%. Sin embargo, destaca que el 59% de las patentes de equipos mixtos están conectadas internacionalmente, lo que está positivamente relacionado con el crecimiento sostenido de la producción de patentes de equipos mixtos a lo largo del periodo y el aumento de la

participación de las mujeres en las patentes. Por otro lado, la internacionalización ha actuado como un mecanismo de apalancamiento para el rendimiento tecnológico en España, ya que a medida que crece la colaboración internacional, también lo hace el número de patentes. Si bien la colaboración dentro de las empresas, los centros de investigación y las universidades sigue siendo crucial, las redes externas de inventores son una característica clave de los equipos de innovación (Crescenzi et al., 2016).

**Gráfico 4.8 Patentes por género en colaboración, 1976-2019**



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO

## 4.5 Conclusiones

Los resultados muestran que existe una clara y persistente brecha de género en las patentes en España. Las patentes generadas por mujeres de forma individual o equipos formados exclusivamente por mujeres constituyen alrededor del 3%. Aunque el número de patentes que incluyen al menos una mujer inventora ha aumentado significativamente con el tiempo, las mujeres siguen estando subrepresentadas en la actividad de patentamiento.

Este hallazgo está en consonancia con los resultados aportados por diversos estudios sobre género e innovación que confirman la baja participación de las mujeres en actividades de ciencia y tecnología (Giuri y Mariani, 2007; Naldi, 2004; Morgan et al. 2001; Bunker y Smith-Doerr, 2008; Martínez et al. 2016). Sin embargo, cabe resaltar que se ha avanzado en este sentido, aunque el progreso ha sido más lento y existe una gran necesidad de nuevas medidas políticas para cerrar las brechas de género (OECD, 2017).

La brecha de género es amplia, existen “barreras” que dificultan la presencia femenina en distintas esferas de la economía y la sociedad, por lo cual fomentar la participación de mujeres y, especialmente en el ámbito científico y tecnológico, podría contribuir sustancialmente en la innovación y en la economía española, ya que las mujeres

constituyen un 51% de la población y por consiguiente representan la mitad de su potencial (INE, 2017).

Los resultados muestran que la contribución de las mujeres en la generación de patentes en equipos mixtos constituye el 37% en promedio a lo largo del periodo analizado. Por otro lado, es de resaltar que el crecimiento de la inventiva femenina, medido como la proporción de patentes con al menos una inventora (64%), se debe principalmente a la participación de mujeres en equipos mixtos conectados internacionalmente. En general, esta tendencia enfatiza la creciente importancia de las redes de colaboración a nivel internacional, como mecanismo clave para la integración de la mujer en actividades de innovación.

Otra conclusión importante con respecto a la clasificación tecnológica por género, es que los campos de química orgánica, farmacéutica y biotecnología disfrutan de la mayor proporción de patentes con participación femenina. Este resultado muestra un patrón consistente con estudios previos, siendo la contribución de las mujeres mayor en el campo químico (Frietsch et al 2009; Mauleón y Bordons, 2014). La fortaleza en este sector no es sorprendente, teniendo en cuenta que la industria química es un sector clave en la economía española y una de las industrias con la mayor inversión en I + D en el país, e igualmente España presenta ventajas tecnológicas reveladas en este sector. Asimismo, las mujeres han participado en distintos campos como comunicación digital, tecnología de computadores, tareas de Handling y patentes de diseño, entre otros, lo que sugiere una mayor diversificación del perfil de especialización femenina en la actividad inventiva. Las diferencias son más evidentes en ciertos sectores tecnológicos, ya que las mujeres en España tienden a concentrarse en ciencias médicas, ciencias sociales y humanidades, y están menos presentes en ingeniería, matemáticas y ciencias de la computación.

Por otro lado, hay que resaltar que, a nivel general, España ha logrado avances significativos en cuanto a la igualdad de género. El país ocupa el puesto número 8 mundial en igualdad, según el índice global de brecha de Género elaborado por el Foro Económico Mundial. La mejora se debe, en gran medida, gracias a una gran representación de mujeres en las tareas de gobierno (por ejemplo, entre los ministros representan el 64,7% en 2020 y una proporción casi igual de parlamentarios 47,4% mujeres y 42,6%, hombres (World Economic Forum, 2020). De igual manera, a nivel de la Unión Europea, España ocupa el noveno lugar en el Índice de igualdad de género con 70,1 de cada 100 puntos. Su valoración es 2,7 puntos más alto que la clasificación media de la UE. Entre 2005 y 2017, el valor correspondiente a España aumentó en 7,9 puntos, progresando hacia la igualdad de género a un ritmo más rápido que otros Estados miembros de la UE (EIGE, 2019).

Con todo esto, la desigualdad de género persiste hoy en España, por lo cual se requiere la cooperación concertada de todos los agentes sociales: gobiernos, empresas, universidades y sociedad en general. Hoy más que nunca es prioritario igualar las oportunidades en todas las esferas de la sociedad, especialmente en actividades de ciencia y tecnología, para evitar así que las mujeres queden rezagadas en un mundo en el que la adopción de tecnologías se produce de forma cada vez más rápida.



Finalmente, la participación femenina está creciendo en distintos ámbitos, probablemente estimulada (hasta cierto punto) por políticas públicas favorables. A pesar de estos esfuerzos, queda todavía mucho trabajo por hacer para entender plenamente las causas subyacentes y el alcance de las disparidades de género no solo a nivel social y económico, sino también en el ámbito de la propiedad intelectual. Contar con información detallada sobre la brecha de género en ciencia y tecnología es esencial para que los encargados de la toma de decisiones puedan elaborar políticas de base empírica y a actuar conduciendo los esfuerzos en la dirección correcta.



## **CAPITULO V. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA**

### **5.1 Conclusiones**

En esta tesis doctoral se abordan distintos aspectos relacionados con la generación de conocimiento, la colaboración en actividades de innovación y la internacionalización de la tecnología. El estudio detallado de cada uno de los temas que constituyen esta tesis, y la revisión minuciosa del estado del arte, ha permitido definir los análisis específicos que aquí se plantean y delimitar también ciertos aspectos relevantes para el establecimiento de políticas de innovación en España. En particular, el objetivo general de esta tesis consistió en analizar la generación y transferencia de conocimientos, y la conectividad internacional a través del análisis de patentes, para determinar si está impulsada por empresas e inventores nacionales, conocer cuáles son las fortalezas institucionales, si existe brecha de género y si la conexión a las redes globales de innovación proporciona la tracción en España.

La primera aportación de este trabajo consiste en un análisis de la creación de conocimiento en un sector clave como las tecnologías de la información y comunicación TIC, en el que se afirma que el patrón geográfico de la conectividad internacional se caracteriza por la concentración local y las fuertes conexiones con las empresas multinacionales extranjeras, para las cuales trabaja un gran número de inventores en España. Las principales conclusiones al respecto son las siguientes:

- España ha logrado avances significativos en el sector de las TIC, la generación de patentes está creciendo, por políticas públicas favorables. A pesar de estos esfuerzos, España sigue detrás de la mayoría de los países de la OCDE y la UE.
- El crecimiento del sector de las TIC en España está fuertemente impulsado por los vínculos con empresas extranjeras, en particular las ubicadas en los EE. UU.
- La interacción de los grupos locales e internacionales de generación de conocimiento es un impulsor clave del sector de las TIC, que está lejos de ser global.
- Existe una concentración geográfica de fuentes de conocimiento nacional e internacional, que está mediada por las estrategias tecnológicas de las empresas internacionalizadas.
- La nueva era de la información parece depender en gran medida de la colaboración entre individuos y empresas a través de puntos locales focales, y de la prevalencia de inventos internacionales desarrollados conjuntamente.

Comprender los patrones de creación de conocimiento relacionados con las TIC y su huella geográfica es crucial para fomentar la competitividad en la era digital. La transición de un paradigma basado en activos tangibles a uno donde la ventaja competitiva proviene principalmente de los intangibles, tiene implicaciones significativas tanto para la política como para la práctica.

La segunda aportación de esta tesis es el análisis del papel que juegan las universidades en el desarrollo tecnológico y cómo con el tiempo se han convertido en actores muy

relevantes en la generación de entornos innovadores. En una economía basada en el conocimiento en la que la principal ventaja competitiva es el factor conocimiento las universidades se han orientado a la investigación, la exploración y a la explotación de conocimiento que genere valor añadido en la sociedad (Etzkowitz, 2003).

Así mismo, se considera los patrones de colaboración de las universidades españolas en relación con las actividades innovadoras en el ámbito nacional e internacional. Sobre esta cuestión, los principales hallazgos se relacionan a continuación:

- Las redes de colaboraciones universitarias nacionales e internacionales son factores determinantes que influyen en el rendimiento tecnológico de las universidades.
- La complejidad de las soluciones tecnológicas contemporáneas y la relevancia de la innovación general implican que el concepto "transferencia unidireccional de ciencia y tecnología" ha perdido impulso a favor de la interacción y las múltiples relaciones entre diferentes agentes.
- La actividad innovadora está altamente concentrada en solo cuatro regiones españolas: Valencia, Madrid, Andalucía y Cataluña. En particular, las universidades más vinculadas al sector productivo reciben el mayor número de patentes; y estas son generalmente de naturaleza politécnica, siendo consistente con los resultados de estudios previos sobre patentes universitarias (González y Zulueta, 2007; Fernández et al., 2009).
- La colaboración internacional en patentes universitarias refleja la transferencia de conocimiento científico y tecnológico entre inventores y organizaciones de diferentes países, y los resultados pueden volver potencialmente al entorno local.

Es de señalar que, la evolución de las universidades se ha caracterizado por una creciente tendencia hacia la internacionalización, no solo por la coinvencción de patentes, sino también a través de distintos mecanismos entre los que destacan la movilidad de investigadores, la participación en congresos científicos y la colaboración en proyectos de investigación entre otros. En el contexto español, es amplia la heterogeneidad en el patrón de internacionalización de las universidades, lo que se vincula a la intensidad de la colaboración y la diversidad geográfica (Cerdá y Álvarez, 2020).

Por otro lado, existe un creciente interés de las universidades y centros públicos de investigación por crear una red global de I+D que les permita colaborar más intensamente con centros de excelencia internacionales y acceder a fuentes complementarias de conocimiento (Guimón, 2016; Zacharewicz et al., 2017). De esta manera, la rápida evolución y expansión de las tecnologías digitales hace necesario que las universidades posean un amplio conocimiento sobre los derechos de propiedad intelectual y asuman un papel de liderazgo en actividades de innovación.

La tercera aportación en el marco de esta tesis, está centrada en el análisis de la participación de las mujeres en las actividades de innovación en España y, en particular, en las patentes otorgadas por la USPTO, así como su inserción en redes de colaboración. En particular, los resultados muestran que:

- Existe una clara y persistente brecha de género en las patentes de España. Las patentes generadas por mujeres de forma individual o equipos de solo mujeres constituyen alrededor del 3% del total a lo largo de las últimas décadas. Estos resultados van en la misma línea que los de Hunt et al. (2013) y Ding et al. (2006), que encuentran que las mujeres tienen menos probabilidades de patentar que los hombres, Busolt y Kugele (2009) que muestran que solo el 8% de todos los inventores europeos son mujeres.
- Si bien el número de patentes que incluyen al menos una mujer inventora ha aumentado significativamente con el tiempo, las mujeres siguen estando subrepresentadas en la actividad de patentes, máxime si se considera su activa incorporación a una gran cantidad de tareas profesionales. Por otro lado, las mujeres tienen menos probabilidades de ser nombradas en las patentes que los hombres, incluso cuando se “controlan” por variables que incluyen productividad, redes, campo, atributos del empleador, educación e historial profesional (Ding et al., 2006; Whittington et al., 2008).
- El crecimiento de la inventiva femenina se debe principalmente a la participación de mujeres en equipos de género mixto siendo menor relativamente la participación en equipos formados exclusivamente por mujeres. Esto refuerza la noción de que el proceso de creación de conocimiento se caracteriza cada vez más por la colaboración entre inventores especializados y diversificados (Wuchty et al. 2007).
- El 59% de las patentes de equipos mixtos están conectadas internacionalmente, esto se correlaciona en gran medida con la integración de la mujer en actividades de innovación. Puede destacarse cómo las relaciones de género se reconfiguran en el ámbito internacional. Para las mujeres en particular, la colaboración internacional ofrece oportunidades para mitigar las desigualdades en las actividades de ciencia y tecnología, lo que sugiere que puede ser clave para abrir camino a una participación más inclusiva. Por otra parte, es de resaltar que la participación femenina está creciendo en distintos ámbitos, probablemente estimulada (hasta cierto punto) por políticas públicas que resultan favorables para llevar a la práctica estos cambios. Sin embargo, queda todavía mucho trabajo por hacer para entender plenamente las causas subyacentes y el alcance de las disparidades de género no solo a nivel social y económico, sino también en el ámbito de la propiedad intelectual.

En definitiva, la actividad innovadora se torna cada vez más colaborativa y transnacional, se ha convertido en una condición esencial para avanzar hacia un mayor desarrollo económico, social y sostenible. Es, por ello, que se reafirma la necesidad imperiosa del fortalecimiento de las redes de colaboración tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Al mismo tiempo, se enfatiza que los avances de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), están transformando constantemente la forma de percibir el mundo, lo que implica el establecimiento de alianzas estratégicas entre distintos agentes como empresas, universidades, organismos internacionales y gobiernos

para la generación de nuevos conocimientos que permitan dar respuesta a la problemática social, que es cada vez más compleja.

## **5.2 Implicaciones de política**

Basado en las contribuciones empíricas presentadas en los tres trabajos de investigación que conforman esta tesis, es oportuno formular algunas recomendaciones sobre el tipo de instrumentos políticos que serían pertinentes para impulsar y mejorar la política de innovación en España.

En primer lugar, la acción pública debe reconocer que la revolución tecnológica está modificando patrones económicos, sociales y políticos. En este contexto, es necesario incrementar aún más el acceso, uso y apropiación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) para enfrentar el reto de la digitalización a través de la implementación de acciones concretas que vinculen los distintos actores de la sociedad española.

De igual forma, se deben desarrollar protocolos de actuación que permitan hacer frente a tecnologías como el internet de las cosas (IoT), la computación en la nube, la robótica, la inteligencia artificial y las cadenas de bloques (blockchain), que suponen también otros problemas relacionados con la privacidad, el manejo de un gran volumen de datos, la seguridad y las cuestiones éticas, para evitar que se siga ampliando la brecha digital.

En segundo lugar, en un momento en el que los desafíos sociales exigen descubrimientos con las intersecciones de diversas disciplinas, sería apropiado fomentar la adopción de un enfoque más innovador y emprendedor por parte de las universidades españolas, a través de nuevos modelos de co-creación de conocimiento que contribuyan por un lado al incremento de las patentes universitarias y por el otro a dar respuestas adaptadas a las nuevas demandas tecnológicas.

Otro factor a considerar es que los responsables políticos deben fomentar la creación de vínculos duraderos entre la universidad y la industria, por ejemplo a través de la priorización de proyectos de colaboración en áreas de importancia mutua. Desde la perspectiva de la industria, la transferencia de conocimiento con las universidades puede proporcionar una fuente de nuevos conocimientos, habilidades y equipos que pueden ayudar a la innovación y el desarrollo económico (Hobbs et al.2017).

En tercer lugar, es necesario impulsar la aplicación efectiva de las políticas existentes orientadas a disminuir las brechas de género en España. Igualmente, resulta recomendable avanzar en la generación de indicadores desagregados por género, que faciliten la toma de decisiones y favorezcan la igualdad de oportunidades en todos los ámbitos de la sociedad.

Por otro lado, es necesario fomentar la plena participación y el reconocimiento de las mujeres en actividades de ciencia y tecnología, fomentando el trabajo en equipos mixtos con perfiles de rendimiento heterogéneos para la generación de innovaciones. Al mismo tiempo, se debe promover la formación en vocaciones STEM, desde una edad temprana,

para evitar que siga aumentando la brecha de género especialmente en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial.

El proceso de establecimiento de las políticas requerirá modelos de adaptación constante al cambio. El marco legal y administrativo determina la calidad de las instituciones públicas y tiene una gran influencia en la competitividad y el crecimiento de un país. Por lo cual se hace necesario que algunos proyectos y/o programas puedan prolongarse más allá de una legislatura, evaluando y haciendo seguimiento de los avances alcanzados, para la implementación de acciones efectivas que permitan el mejoramiento continuo de las políticas.

Finalmente, la generación de conocimiento, la conectividad internacional, la innovación y las acciones políticas deben ir articuladas para avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), que fueron acordados por todos los países en las Naciones Unidas en septiembre de 2015 y constituyen un marco global conjunto de las prioridades de desarrollo para el 2030. Este es, sin duda, un aspecto a tener en cuenta en la agenda pública y sobre el que cabe anticipar la necesidad de más investigación.

### **5.3 Limitaciones de la investigación**

Entre las limitaciones de la investigación es preciso mencionar que, si bien, la metodología permite alcanzar los objetivos principales, posibilitando una explicación profunda y directa de la conectividad internacional como una fuente de oportunidades para la generación de nuevos conocimientos, algunas cuestiones de interés precisarían un tratamiento complementario, para analizar otros aspectos que también tienen efectos sobre la generación de innovaciones, pero que, por su naturaleza intangible, son más difíciles de medir.

Por otro lado, el uso de las patentes como indicador de la actividad innovadora permite poner el foco en el resultado del proceso innovador aportando a la vez información relevante sobre la invención, los solicitantes y la clasificación tecnológica entre otras. Sin embargo, las patentes no son el único instrumento disponible para analizar la innovación. Los análisis detallados de las limitaciones que presenta la utilización de datos de patentes son diversos (Griliches, 1990; Cohen et al. 2000; Encaoua et al 2006; Frietsch & Schmoch, 2006).

### **5.4 Investigación Futura**

La presente investigación ha dado lugar a temas que resultan ser potencialmente muy interesantes para desarrollar otras líneas de trabajo poco exploradas y de gran relevancia que deberían ser analizados desde distintas perspectivas.

Primero, analizar las tecnologías emergentes en las que está incursionando España. En particular, las patentes relacionadas con la cuarta revolución industrial, las tecnologías habilitadoras (robótica, inteligencia artificial, cadena de bloques, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, impresión 3D, y vehículos

autónomos), identificando los principales componentes tecnológicos, sus posibles combinaciones y la integración de España a la extensión inmediata de la red 5G.

Segundo, ampliar el estudio para analizar la evolución de las universidades hacia un modelo de innovación y de emprendimiento, así como la participación de los actores del sistema nacional de innovación para promover un nuevo modelo, de transición hacia una economía “verde y digital”.

Tercero, los hallazgos del capítulo cuatro de la tesis, muestran la existencia de importantes desequilibrios de la participación de las mujeres en actividades de innovación. Por lo cual, se refuerza la necesidad de desarrollar nuevas investigaciones con perspectiva de género sobre aspectos diversos de la innovación, con el objetivo de fomentar la realización de políticas que ayuden a eliminar los obstáculos para la plena participación de las mujeres en ciencia, tecnología e innovación.

Si bien algunos estudios sobre género e innovación, han buscado identificar los indicadores adecuados para poder medir y comparar el grado de participación de las mujeres en ciencia y tecnología, existen aún varias dificultades para desarrollar estas mediciones de forma sistemática. Las dificultades van desde la inexistencia o deficiencia en los datos disponibles para realizar la medición, hasta los problemas para el manejo de una gran heterogeneidad en los mismos. Esta es un área que seguirá requiriendo nuevos estudios para abordar construir una base sólida de indicadores de género que permitan la comparabilidad en distintos ámbitos de la sociedad.



## Referencias

- Acosta, D., Coronado, D., Martínez, M. (2012). Spatial differences in the quality of university patenting: Do regions matter? *Research Policy*, 41(9), 692–703.
- Agrawal, A., Cockburn, I., Mchale, J. (2006). Gone but not forgotten: knowledge flows, labor mobility, and enduring social relationships. *Journal of Economic Geography* 6, 571–591.
- Agrawal, A., Kapur, D., Mchale, J. (2008). How do spatial and social proximity influence knowledge flows? Evidence from patent data. *Journal of Urban Economics* 64, 258–269.
- Alcacer, J., Cantwell, J., Piscitello L. (2016). Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks? *Journal of International Business Studies*, 47, 499–512.
- Alcalá, P., Bordons, M., García, M., Griñón, M., Guil, A., Muñoz, A., Pérez, E., Santesmases, M. (2007). Mujer y Ciencia. La situación de las mujeres investigadoras en el sistema español de ciencia y tecnología. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: FECYT.
- Álvarez, I. Magaña, G. (2007). ICT and Cross-Country Comparisons: a Proposal of a New Composite Index. *Instituto Complutense de Estudios Internacionales*. WP 01/07.
- Álvarez, I. Marín, R. (2019). La colaboración internacional en ciencia y tecnología de España. 2º Informe sobre la ciencia y la tecnología en España 2019. *Fundación Alternativas*. Madrid.
- Álvarez, I., Cantwell, J. (2011). International Integration and Mandates of Innovative Subsidiaries in Spain. *International Journal of Institutions and Economies*, 3, 415–444.
- Álvarez, I., Molero, J. (2005). Technology and the generation of international spillovers: an application to Spanish manufacturing firms, *Research Policy*, 34, 1440–1452.
- Archibugi, D. (1992). Patenting as an indicator of technological innovation: a review. *Science and Public Policy* 19, 357–368.
- Archibugi, D. Lammarino, S. (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence, *Review of International Political Economy* 9 (1), 98–122.
- Archibugi, D., Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy*, 34, 175–194.
- Archibugi, D., Michie, J. (1995). The globalisation of Technology: A new Taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 121–140.
- Asheim, B. (2007). Differentiated knowledge bases and varieties of regional innovation systems. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20(3), 223–241.
- Azagra Caro, J., Fernández de Lucio, I., Gutiérrez, A. (2003). University patents: output and input indicators of what? *Research Policy*, 12, 1, 5–16.
- Azagra Caro, J., Yegros, A., Archontakis, F. (2006). What do university patent routes indicate at regional level? *Scientometrics*, 66, 1, 219–230.
- Azagra, J. (2001). “Determinantes de las patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia”. *Estudio, EC 2001-03, IVIE*, Valencia.
- Azagra-Caro, J. M. (2014). Determinants of national patent ownership by public research organizations and universities. *Journal of Technology Transfer*, 39, 898–914.

- Balconi, M., Breschi, S. Lissoni, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, vol. 33, 127-145.
- Baldini, N. (2006). The act on inventions at public research institutions: Danish universities' patenting activity. *Scientometrics*, 69(2), 387-407.
- Baldini, N. (2010). Do royalties really foster university patenting activity? An answer from Italy. *Technovation*, 30, 109–116.
- Banegas, J. (2003). La nueva economía en España. Las TIC, la productividad y el crecimiento económico, *Alianza Editorial*.
- Bas, C.L., Sierra, C. (2002). Location versus home country advantages in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. *Research Policy*, 31(4), 589–609.
- Basberg, B. (1987). Patents and the measurement of the technological change: a survey of the literature. *Research Policy*, 16(2-4), 131- 141.
- Bayo-Moriones, A. Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27, 352-366.
- Bear, J.B., Woolley, A.W. (2011). The role of gender in team collaboration and performance. *Interdisciplinary Science Review*, 36 (2), 146-153.
- Belderbos, R., Carree, M., Diederen, B., Lokshin, B., Veugelers, R. (2004). "Heterogeneity in R&D cooperation strategies", *International Journal of Industrial Organization*, 22, 8-9, 1237-1263.
- Bellucci, A., Pennacchio, L., Zou, Y. et al. (2016). 'University Knowledge and Firm Innovation: Evidence from European Countries'. *The Journal of Technology Transfer*, 41/4: 730–52.
- Berman, A., Marino, A., Mudambi, R. (2019). The global connectivity of regional innovation systems in Italy: a core–periphery perspective. *Regional Studies*, forthcoming.
- Björkman, I., Forsgren, M. (2000). "Nordic International Business Research. A Review of its Development". *Studies of Management & Organization*, 30 (1), pp. 6-25.
- Bordons, M., Mauleón, E., Gómez, I., Morillo, F., Sancho, R., Fernández, M., García, C., Arias, E. (2008). Indicadores de actividad tecnológica desagregados por sexo. *Research Project Instituto de la Mujer* (Exp 67/05). Madrid: IEDCYT-CCHS, CSIC.
- Branstetter, L.G., Fisman, R., Foley, C.F. (2006). Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical evidence from US firm level panel data. *Quarterly Journal of Economics*, 121(1), 321–349.
- Breizman, A.F., Moge, M.E. (2002). The many applications of patent analysis. *Journal of Information Science*, 28 (3), 187–205.
- Breschi, S., Lissoni, F., Montobbio, F. (2007). The scientific productivity of academic inventors: new evidence from Italian data. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 16 (2), 101-118.
- Breschi, S., Malerba, C. (2005). Clusters, Networks, and Innovation. *Oxford University Press*, Oxford.
- Bruneel, J., D'Este, P., Salter, A. (2010). 'Investigating the Factors that Diminish the Barriers to University–Industry Collaboration', *Research Policy*, 39/7: 858–68.
- Buckley, P., Casson, M. (1976). The Future of the Multinational Enterprise. *McMillan*, London.
- Bunker Whittington, K., Smith-Doerr, L. (2008). Women inventors in context. Disparities in patenting across academia and industry. *Gender & Society*, 22 (2): 194–218.

- Bunker Whittington, K.C. (2006). Gender and Scientific Dissemination in Public and Private Science: A Multivariate and Network Approach. *Department of Sociology, Stanford University*.
- Bunker Whittington, K.C., Smith-Doerr, L. (2005). Women and commercial science: women's patenting in the life sciences. *Journal of Technology Transfer*, 30, 355–370.
- Busolt, U., Kugele, K. (2009). The gender innovation and research productivity gap in Europe. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 43(4):109-122.
- Caldera, A., Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39(9), 1160–1173.
- Calderón, M. (2010). El valor estratégico de los acuerdos de colaboración para la adquisición de conocimiento en innovación abierta. Un análisis del sector de las TIC en España. *Contaduría y Administración*, No. 232, 41-64.
- Cameron, A.C., Trivedi, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Cano-Kollmann, M., Cantwell, J., Hannigan, T. J., Mudambi, R., Song, J. (2016). Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. *Journal of International Business Studies* 47(3): 255-262.
- Cano-Kollmann, M., Hamilton Iii, R., Mudambi, R. (2016). Public support for innovation and the openness of firms' innovation activities. *Industrial and Corporate Change*, 26(3), 421-442.
- Cano-Kollmann, M., Hannigan, T. J., Mudambi, R. (2018). Global Innovation Networks—Organizations and People. *Journal of International Management* 24(2): 87-92.
- Cano-Kollmann, M., Mudambi, R., Tavares-Lehmann, A. (2013). Innovation networks in peripheral economies: The case of Portugal. 35<sup>th</sup>. *DRUID Celebration Conference*, Barcelona, Spain, 2013.
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics* 19, 155-174.
- Cantwell, J., Mudambi, R. (2005). MNE competence creating subsidiary mandates. *Strategic Management Journal*, 26(12), 1109-1128.
- Cantwell, J., Piscitello, L. (2000). Accumulating technological competence: it is changing impact on corporate diversification and internationalization. *Industrial and Corporate Change*, 9 (1), 21- 51.
- Cantwell, J., Piscitello, L. (2014). New Competence Creation in Multinational Company Subunits: The Role of International Knowledge. *The World Economy*. 231-254.
- Cantwell, J., Santangelo, G. D. (2000). Capitalism, profits and innovation in the new technoeconomic paradigm. *Journal of Evolutionary Economics*, 10(1), 131-157.
- Cantwell, J., Santangelo, G.D. (1999). The frontier of international technology networks: sourcing abroad the most highly tacit capabilities. *Information Economics and Policy*, 11, 101-123.
- Carayol, N., (2004). Academic incentives and research organization for patenting at a large French university. *Working Paper*.
- Carlsson, B. Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31, 233–245.
- Castellacci, F., Natera, J.M. (2013). "The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, Vol.42, 579–594.

- Cerdá, E., Álvarez, I. (2020). La internacionalización de las universidades españolas: Patrones de colaboración, resultados y retos, *Información Comercial Española. Revista de Economía*, 913, 201-218.
- Cesaroni, F., Piccaluga, A. (2005). Universities and intellectual property rights in Southern European Countries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(4), 497–518.
- Chesbrough, H. (2003). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. *Harvard Business School Press*. Boston.
- Chesbrough, H. (2006). Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape. *Harvard Business Press*. Boston.
- Chesbrough, H. (2006). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. *Massachusetts: Harvard Business Press*. Boston.
- Chesbrough, H., Bogers, M. (2014). “Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation”, in *New Frontiers in Open Innovation*, *Oxford University Press*, Oxford.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1990). “Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- Cohen, W., Nelson, R., Walsh, J. (2000). “Protecting their intellectual assets: appropriability conditions and why US manufacturing patent (or not)”. *National Bureau of Economic Research NBER*, No. WP 7552.
- Comisión Europea, (2014). Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Union. Luxembourg: *Publications Office of the European Union*.
- Comisión Europea, (2018). Cuadro Europeo de Indicadores de la Innovación 2018. European Innovation Scoreboard. *European Commission*. Bruselas.
- Comisión Europea, (2019). Informe sobre España 2019, con un examen exhaustivo en lo que respecta a la prevención y la corrección de los desequilibrios macroeconómicos. *Comisión Europea*. Bruselas.
- Comisión Europea. (2011). Progress Report on the Europe 2020 Strategy. Brussels, *European Commission*, Com (2011) 815 final.
- Consejo de Europa, (1998). Mainstreaming de género. Marco conceptual, metodología y presentación de “buenas prácticas”, *Consejo de Europa*, Estrasburgo.
- Cooke, P. (2002). Regional Innovation Systems: General Findings and Some New Evidence from Biotechnology Clusters. *The Journal of Technology Transfer*, 27(1), 133–145.
- Cooke, P., Gomez Uranga, M., Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26 (4–5), 475–491.
- Corrocher, N., Malerba, F., Montobbio, F. (2007). Schumpeterian patterns of innovative activity in the ICT field. *Research Policy*, 36, 418–432.
- COTEC, (2019). Innovación en España. Madrid, España. *Fundación Cotec*. ISBN: 978-84-92933-41-9
- Coupe, T. (2003). Science is golden: academic R&D and university patents. *Journal of Technology Transfer*, 31–46.
- Crescenzi, R., Nathan, M., Rodríguez-Pose, A. (2016). “Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation”. *Research Policy*, 45(1): 177-194.
- Cruz-Castro, L. Holl, A., Rama, R., Sanz-Menéndez, L. (2018). Economic crisis and company R&D in Spain: do regional and policy factors matter? *Industry and Innovation*, 25:8, 729-751.

- Dahlander, L., Gann, D. (2010). How open is innovation? *Research Policy*, 39, 699–709.
- Dhanaraj, C., Parkhe, A. (2006). Orchestrating Innovation Networks. *Academy of Management Review*, 31(3), 659–669.
- Díaz-García, C., González-Moreno, A., Sáez-Martínez, F.J. (2013). Gender diversity within R&D teams: its impact on radicalness of innovation. *Innovation*, 15 (2), 149–160.
- Ding, W., Murray, F., Stuart, T. (2006). Gender differences in patenting in the academic life sciences. *Science*, 313, (5787), 665–687.
- Doloreux, D., Mattson, H. (2008). ‘To What Extent Do Sectors “Socialize” Innovation Differently? Mapping Cooperative Linkages in Knowledge-Intensive Industries in the Ottawa Region’, *Industry & Innovation*, 15/4: 351–70.
- Dunning, J. (1981). International Production and the Multinational Enterprise, *Allen & Urwin*, London.
- Dunning, J. (1995). “Reappraising the eclectic paradigm in an age of alliance capitalism”, *Journal of International Business Studies* 26 (3), pp. 461-492.
- Dunning, J. (2009). Location and the multinational enterprise: A neglected factor and quest. *Journal of International Business Studies*, 40(1), pp. 5-19.
- Durán J. (2002). Estrategias de localización y ventajas competitivas de la empresa multinacional española. Información Comercial Española, *ICE: Revista de economía*, (799), pp. 41-54.
- Durán, G., Urraca, A., Negrín, J., Laguna, N., Díaz, J., Martín, A. (2003). “Análisis y comparación de las patentes universitarias españolas como indicador de resultados del esfuerzo investigador”, *MECD*.
- Durán, J. (2004). Empresa multinacional e inversión directa española en el exterior, *Universidad Business Review, Actualidad Económica*, tercer trimestre, pp. 114.
- Ejermo, O., Karlsson, C. (2006). Interregional inventor networks as studied by patent coinventorships. *Research Policy*, 35, 412-430.
- El Gibari, S., Gómez, T., Ruiz, F. (2018). Evaluating university performance using reference point based composite indicators. *Journal of Informetrics*, 12, 1235–1250.
- Encaoua, D., Guellec, D., Martínez, C. (2006). “Patent systems for encouraging innovation: lessons from economic analysis”. *Research Policy*, vol. 35, nº 9, pp. 1423-1440.
- Enkel, E., Gassmann, O., Chesbrough, H. (2009) ‘Open R&D and Open Innovation: Exploring the Phenomenon’, *R&D Management*, 39/4: 311–6.
- Estrada, I., Faems, D., Martin Cruz, N. et al. (2016). The Role of Interpartner Dissimilarities in Industry–University Alliances: Insights from a Comparative Case Study, *Research Policy*, 45, 10: 2008–22.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as ‘quasi firms’: the invention of the entrepreneurial university, *Research Policy*, 32, 109-2.
- Etzkowitz, H., Kemelgor, C., Uzzi, B. (2000). *Athena Unbound The Advancement of Women in Science and Technology*, *Cambridge University Press*. Cambridge, UK.
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1995). ‘The Triple Helix: University–Industry–Government Relations: a Laboratory for Knowledge-Based Economic Development’, *EASST Review*, 14: 14–9.

- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation from national systems and "mode 2" to a Triple Helix of University-Industry government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- European Institute for Gender Equality, EIGE (2019). *Gender Equality Index: Spain*.
- Fabrizio, K., Di Minin, A. (2008). Commercializing the laboratory: Faculty patenting and the open science environment. *Research Policy*, 37, 914-931.
- Faems, D., Subramanian, A.M. (2013). R&D manpower and technological performance: the impact of demographic and task-related diversity. *Research Policy*, 42 (9), 1624-1633.
- FECYT, (2005). Carencias y necesidades del Sistema Español de Ciencia y Tecnología. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*. Madrid.
- FECYT, (2018). Indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación. Edición 2018. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*, Madrid.
- FECYT, (2019). Indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación. Edición 2019. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*, Madrid.
- Fernández, S., Otero, L., Rodeiro, D., Rodríguez, A. (2009). Determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes. *Revista de la Educación Superior*, XXXVIII (149), 7-30.
- Florida, R. (1997). The globalization of R&D: Results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA. *Research Policy*, 26(1), 85-103.
- Fountain, J. (2000). 'Constructing the information society: women, information technology, and design'. *Technology in Society*, 22: 45-62.
- Fox, M. F. (2001). Women, Science, and Academia: Graduate Education and Careers. *Gender & Society*, 15, 654-666.
- Freeman, C. (1987). Technology policy and economic performance: Lessons from Japan. *London: Printer* (pp. 4-25).
- Freeman, C. (1991). Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues. *Research Policy*, 20(5), 499-514.
- Freitas, I., Rossi, F. (2013). 'Finding the Right Partners: Institutional and Personal Modes of Governance of University-Industry Interactions', *Research Policy*, 42, 1: 50-62.
- Friedman, J., Silberman, J. (2003). University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter? *The Journal of Technology Transfer*, 28, pages 17-30.
- Frietsch, R., Haller, I., Funken-Vrohlings, M., Grupp, H. (2009). Gender-specific patterns in patenting and publishing, *Research. Policy*, 38, 590-599.
- Frietsch, R., Schmoch, U. (2006). "Technological Structures and Performance Reflected by Patent Indicators", en: Schmoch, U.; Rammer, C.; Legler, H. (eds.): National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, *Dordrecht, Springer*.
- Fritsch, M., Titze, M., Piontek, M. (2020). Identifying cooperation for innovation—a comparison of data sources. *Industry and Innovation*, Vol. 27, No. 6, 630-659.
- Fuster, E., Padilla-Meléndez, A., Lockett, N., Del-Águila-Obra, A. R. (2018). The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 219-231.
- Gao, X., Guan, J., Rousseau, R. (2011). Mapping collaborative knowledge production in China using patent co-inventorships. *Scientometrics*, 88(2), 343-362.

- García de Cortázar, M. L., Arranz, F., Del Val, C.; et al. (2006). Mujeres y hombres en la ciencia española. Una investigación empírica. *Instituto de la Mujer*. Madrid.
- Garrido, M. P.; Higuera, M. L. (2013). El papel de la mujer en el franquismo y en la democracia. Análisis comparativo entre épocas. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, 2, 117-121.
- George, G., Zahra, S., Wood, D. (2002). The Effects of Business–University Alliances on Innovative Output and Financial Performance: A Study of Publicly Traded Biotechnology Companies, *Journal of Business Venturing*, 17, 6: 577–609.
- Geuna, A., Nesta, L. (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research Policy*, 35, 790–807.
- Geuna, A., Rossi, F. (2011). Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting. *Research Policy*, 40, 1068–1076.
- GII (2018). The Global Innovation Index, Energizing the World with Innovation. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.
- Gittelman, M. (2007). Does geography matter for science-based firms? Epistemic communities and the geography of research and patenting in biotechnology. *Organization Science*, 18(4): 724-41.
- Gittelman, M., Kogut, B. (2003). Does Good Science Lead to Valuable Knowledge? Biotechnology Firms and the Evolutionary Logic of Citation Patterns. *Management Science*, 49(4), 366-382.
- Giuliani, E., Arza, V. (2009). What drives the formation of 'valuable' university-industry linkages? Insights from the wine industry. *Research Policy*, 38 (6), 906-921.
- Giuri, P., Mariani, M. (2007). Editorial. Inventors and invention processes in Europe. Results from the PatVal-EU survey. *Research Policy*, 36(8), 1105–1106.
- González, B., Mangano, A., Zulueta, A. (2007). Patentes domésticas de universidades españolas: análisis bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, 30(1), 61–90.
- Gorriti, M., Ruiz, J. (2005). La contribución de las TIC al crecimiento económico en España y los desafíos del sector. Secretaría General de Presupuestos y Gastos. *Instituto de Estudios Fiscales, Presupuesto y Gasto Público* 39, 243-266.
- Grandori, A., Soda, G. (1995). Inter-firm Network: Antecedents, Mechanisms and Forms. *Organization Studies*, 16(2), 183–214.
- Griliches, Z. (1990). “Patent statistics as economic indicators: A survey”. *Journal of Economic Literature*, vol. 28, pp. 1661–707.
- Guellec, D. Van Pottelsberghe, B. (2000). Applications, grants and the value of patent. *Economics Letters*, 69(1): 109-114.
- Guimón, J. (2016). Universities as multinational enterprises? The multinational university analyzed through the eclectic paradigm, *Multinational Business Review*, 24: 216-288.
- Hall, B.H., Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. (2001). The NBER patent citation data file: lessons, insights and methodological tools. *National Bureau of Economic Research*.
- Hannigan, T. J., Cano-Kollmann, M, Mudambi, R. (2015). Thriving innovation amidst manufacturing decline: The Detroit auto cluster and the resilience of local knowledge production. *Industrial and Corporate Change* 24(3): 635-653.
- Hausman, J., Hall, B., Griliches, Z. (1984). Econometric models for count data with an application to the patent R&D relationship. *Econometrica*, 52, 4, 909–38.

- Henderson, R., Jaffer, A. B., Trajtenber, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988. *The Review of Economics and Statistics*, 80(1), 119-127.
- Henkel, J. (2006). Selective revealing in open innovation processes: the case of embedded Linux. *Research Policy*, 35, 953-969.
- Henkel, J., Schoberl, S., Alexy, O. (2014). How and why firms adopt selective revealing in open innovation. *Research Policy*, 43(5), 879-890.
- Hernando, I. Núñez, S. (2002). The contribution of ICT to economic activity: a growth accounting exercise with Spanish firm-level data, Documento de Trabajo n. ° 0203, *Servicio de Estudios, Banco de España*. Madrid.
- Hirsch, S. (1976). "An International Trade and Investment Theory of the Firm," *Oxford Economic Papers*, 28 (2), pp. 258-70.
- Hobbs, K., Link, A., Scott, J. (2017). Science and technology parks: An annotated and analytical literature review. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 957-976.
- Hoekman, J., Frenken, K., Tijssen, R. (2010). Research collaboration at a distance: changing spatial patterns of scientific collaboration in Europe. *Research Policy*, 39.
- Howells, J. (2012). The geography of knowledge: never so, close but never so far apart. *Journal of Economic Geography* 12, 1003-1020.
- Hu, M. (2012). Technological innovation capabilities in the thin film transistor liquid crystal display industries of Japan, Korea, and Taiwan. *Research Policy*, 41, 541-555.
- Huang, F., Rice, J. (2013). Does open innovation work better in regional clusters? *Australasian Journal of Regional Studies*, 19(1), 85-120.
- Huizingh, E. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31, 2-9.
- Hunt J., Garant, J-P., Herman, H., Munroe, D. (2013). Why are women underrepresented amongst patentees? *Research Policy*, 42 (2013), pp. 831-843.
- Hymer, S. (1976). The international operations of national firms. A study of direct foreign investment. *MIT Press*, Boston MA.
- Iammarino, S., McCann, P. Ortega-Argilés, R. (2017). International business, cities and competitiveness: recent trends and future challenges. *Competitiveness Review*, 28(3), 236-251
- Inoue, H., Souma, W., Tamada, S. (2010). Analysis of cooperative research and development networks on Japanese patents. *Journal of Informetrics*, 4, 89-96.
- Instituto Nacional de Estadística, INE (2017). Mujeres y hombres en España. Educación *INE*, Madrid. (Consultado 26 Julio 2019).
- Jaffe, A., Trajtenberg, M. (2002). Patents, Citations and Innovations: A Window on the Knowledge Economy. *MIT Press*, Cambridge, MA.
- Johanson, J., Mattson, L. (1988). "Internationalisation in industrial systems- a network approach", en N. Hood y J.E. Vahlne (eds.): *Strategies in Global Competition*, *Croom Helm*, London, pp. 287-314.
- Johanson, J., Wiedersheim-Paul, F. (1975). "The internationalization of the firm-four Swedish cases", *Journal of Management Studies*, 12, pp. 305-322.
- Jones, B. (2009). "The Burden of Knowledge and the Death of the Renaissance Man: Is Innovation Getting Harder?" *Review of Economic Studies* 76, 283-317.



- Jung, T., Ejermo, O. (2014). "Demographic Patterns and Trends in Patenting: Gender, Age and Education of Inventors," *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 110–124.
- Keupp, M., Gassmann, O. (2009). Determinants and archetype users of open innovation. *R&D Management*, 39 (4), 331–341.
- Kim, E., Kim, J., Koh, J. (2014). Convergence in Information and Communication Technology (ICT) Using Patent Analysis. *Journal of Information Systems and Technology Management*, Vol. 11 N°1, 53-64.
- Kindleberger, C. (1969). American Business Abroad. *Yale University Press*. New Haven.
- Kline, S. (1985). Innovation is not a linear process. *Research Management*. July-Aug.
- Kotabe, M., Srinivasan, S., Aulakh, P. (2002). Multinationality and firm performance: The moderating role of R&D and marketing capabilities. *Journal of International Business Studies*, 33(1), pp. 79-97.
- Kugele, K. (2010). Analysis of Women's Participation in High Technology Patenting, Vol. 1. Howard House, UK: *Emerald Group Publishing Limited*.
- Lata, R., Scherngell, T., Brenner, T. (2015). Integration Processes in European Research and Development: A Comparative Spatial Interaction Approach Using Project Based Research and Development Networks, Co-Patent Networks and Co-Publication Networks. *Geographical Analysis*, 47(4): 349-375.
- Laursen, K., Salter, A. (2004). 'Searching High and Low: What Types of Firms Use Universities as a Source of Innovation?' *Research Policy*, 33, 8: 1201–15.
- Lawson, C. (2013). "Academic patenting: the importance of industry support,". *Journal of Technology Transfer*, Springer, vol. 38(4), pages 509-535.
- Leahey, E., (2006). Gender differences in productivity-research specialization as a missing link. *Gender & Society*, 20 (6), 754–780.
- Lee C. F. (2008). Competition and strategy of Chinese firms. An analysis of top performing Chinese private enterprises, *Competitiveness Review*, 18 (1/2), 29-56.
- Lee, A., Mudambi, R., Cano-Kollmann, M. (2016). An analysis of Japan's connectivity to the global innovation system. *Multinational Business Review*, 24(4), 399-423
- Lee, S., Kim, M., Park Y. (2009). ICT Co-evolution and Korean ICT strategy. An analysis based on patent data. *Telecommunications Policy*, 33, 253–271.
- Lei, X., Zhao, Z., Zhang, X., Chen, D., Huang, M., Zheng, J., Liu, R., Zhang, J., Zhao, Y. (2013). Technological collaboration patterns in solar cell industry based on patent inventors and assignees analysis. *Scientometrics*, 96, 427–441.
- Ley de la Ciencia (1986). Ley 13, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica. «BOE» núm. 93, de 18 de abril de 1986, páginas 13767 a 13777. Referencia: BOE-A-1986-9479.
- Ley de Patentes, 24 de julio de (2015). Jefatura del Estado, «BOE» núm. 177, de 25 de julio de 2015. Referencia: BOE-A-2015-8328.
- Ley Orgánica de (2007). Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. Jefatura del Estado. Referencia: BOE-A-2007-6115.
- Ley Orgánica de Universidades (2001). Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Jefatura del Estado, «BOE» núm. 307, de 24 de diciembre de 2001. Referencia: BOE-A-2001-24515
- Leydesdorff, L., Meyer, M. (2006) 'Triple Helix Indicators of Knowledge-Based Innovation Systems. Introduction to the Special Issue', *Research Policy*, 35/10: 1441–9.

- Lichtenthaler, U. (2008). Open innovation in practice: an analysis of strategic approaches to technology transactions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(1), 148–157.
- Lissoni, F. (2001). Knowledge codification and the geography of innovation: the case of Brescia mechanical cluster. *Research Policy* 30, 1479-1500.
- Long, J. S. (1990). The origins of sex differences in science. *Social Forces*, 68(4), 1297–1315.
- Long, J.S. (1992). Measures of sex differences in scientific productivity. *Social Forces*, 71 (1), 159–178.
- Lundvall, B. (1992). National systems of innovation: Towards a Theory of innovation and interactive Learning. *London: Printer*.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247-264.
- Malerba, F. (2004). Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe. *Cambridge University in Press*.
- Martínez, C., Bares, L. (2018). The link between technology transfer and international extension of university patents: evidence from Spain. *Science and Public Policy*, 45(6), 1–16.
- Martínez, G., Raffo, J., Saito, K. (2016). “Identifying the Gender of PCT inventors”. *World Intellectual Property Organization*, Economic Research, Working Papers No. 33.
- Mateos, S., Gómez, C. (2019). Libro Blanco de las mujeres en el ámbito tecnológico. Secretaría de Estado para el Avance Digital, *Ministerio de Economía y Empresa de España*, NIPO: 102-19-034-4. Madrid.
- Mauleón, E., Bordons, M. (2006). Productivity, impact and publication habits by gender in the area of Materials Science. *Scientometrics*, 66(1), 199–218.
- Mauleón, E., Bordons, M. (2010). Male and female involvement in patenting activity in Spain, *Scientometrics*, 83, 605–621.
- Mauleón, E., Bordons, M. (2014). Indicadores de actividad tecnológica por género en España a través del estudio de patentes europeas. *Revista Española de Documentación Científica*, 37 (2): e043.
- Mauleón, E., Bordons, M. (2017). Patenting Activity in Spain: A Gender Perspective. In: Wynarczyk P., Ranga M. (Eds) *Technology, Commercialization and Gender*. *Palgrave Macmillan, Cham*.
- Mauleón, E., Daraio, C., Bordons, M. (2014). Exploring gender differences in patenting in Spain, *Research Evaluation*, Volume 23, Issue 1, Pages 62–78.
- McFadyen, M. A., Cannella, A. (2004). Social capital and knowledge creation: Diminishing returns of the number and strength of exchange relationships. *Academy of Management Journal*, 47 (5), 735-746.
- McKeever, E., Anderson, A., Jack, S. (2014). ‘Entrepreneurship and Mutuality: Social Capital in Processes and Practices’, *Entrepreneurship & Regional Development*, 26, 5–6: 453–77.
- Mcmillan, G. (2009). Gender differences in patenting activity: An examination of the US biotechnology industry. *Scientometrics*, 80, 683–691.
- Meng, Y. (2016). “Collaboration Patterns and Patenting: Exploring Gender Distinctions.” *Research Policy*, 45 (1): 56–67.

- Meyer, M., Siniläinen, T., Utecht, J. T. (2003). Towards hybrid triple helix indicators: a study of university related patents and a survey of academic inventors. *Scientometrics*, 58 (2), 321-350.
- Milli, J., Gault, B., Williams-Baron, E., Xia, J., Berlan, M. (2016). "The gender patenting gap", *Institute for Women's Policy Research*, Briefing Paper C440.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España, (2016). Informe anual. Datos y Cifras del Sistema Universitario Español curso 2015-2016. *NIPO*: 030-15-002-6, Madrid.
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda digital (2013). *Agenda Digital para España*. Madrid.
- Mohnen, P., Hoareau, C., (2003). What type of enterprise forges close links with universities and government labs? Evidence from CIS 2. *Managerial and Decision Economics* 24, 133-146.
- Montobbio, F., Sterzi, V. (2013). The globalization of technology in emerging markets: a gravity model on the determinants of international patent collaborations. *World Development*, 44, 281-299.
- Morgan, R., Kruytbosch, C., Kannankutty, N. (2001). "Patenting and Invention Activity of U.S. Scientists and Engineers in the Academic Sector: Comparisons with Industry." *Journal of Technology Transfer*, 26: 173-183.
- Mowery, D. C., Nelson, R. R., Sampat, B. N., Ziedonis, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of Bayh-Dole act of 1980. *Research Policy*, 30, 99-119.
- Mowery, D. C., Sampat, B. N. (2001). University patents and patent policy debates in the USA, 1925-1980. *Industrial and Corporate Change*, 10(3), 781-814.
- Mowery, D. C., Sampat, B. N. (2005). The Bayh-Dole Act of 1980 and university-industry technology transfer: A model for other OECD governments? *Journal of Technology Transfer*, 30, 115-127.
- Myro, R. (2009). Las TIC y el crecimiento de la economía española. *Revista de Economía*, 2, 3-13.
- Naldi, F., D. Luzi, A. Valente, Parenti, I.V. (2004). "Scientific and Technological Performance by Gender." In Handbook of Quantitative Science and Technology Research, edited by H.F. Moed, W. Glanzel, and U. Schmoch. *Springer Link*, Dordrecht.
- Narin, F. (1994). Patent bibliometrics. *Scientometrics*, 30(1), 147-155.
- Narula, R. (2003). Globalisation and trends in international R&D alliances, Doc. 2003-001, *MERIT-Infonomics Research Memorandum Series*.
- Narula, R., Dunning, J. (2010). Multinational enterprises, development and globalization: some clarifications and a research agenda. *Oxford Development Studies*, 38(3), pp. 263-287.
- Narula, R., Hagedoorn, J. (1998). Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements, *Technovation* 19, 283-294.
- Nauwelaers, C. y Wintjes, R. (2008). Innovation policy: policy learning within and across systems and clusters. *Innovation policy in Europe. Measurement and strategy*. Edward Elgar; pp. 225-269.
- Nelson, R. (1993). National Innovation Systems: a Comparative Analysis. *Oxford University Press*, USA.
- Nesta, P., Patel, P. (2004). National patterns of technology accumulation: Use of patent statistics. In H. F. Moed, W. Glanzel, U. Schmoch (Eds.), Handbook of

- quantitative science and technology research: The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems (pp. 531–551). Dordrecht: *Kluwer Academic Publishers*.
- Nieto, M.J., Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27 (6–7), 367–377.
- Núñez, S. (2001): Las nuevas tecnologías y su contribución al crecimiento económico español, *Economía Industrial*, 340.
- OCDE (2001). Innovative Networks - Cooperation in National Innovation Systems (OECD Proceedings). *OECD Publishing*, Paris.
- OCDE (2002). Reviewing the ICT sector definition: Issues for discussion. *OCDE Publishing*.
- OCDE (2003). The sources of economic growth in OECD countries, *OCDE*, Paris.
- OCDE (2008). Open innovation in Global Networks. *OCDE Publishing*, Paris.
- OCDE (2009). Manual de Estadísticas de Patentes. *OCDE Publishing*, Paris.
- OCDE (2013). Knowledge networks and markets. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 7, *OECD Publishing*. Paris.
- OCDE (2017). OECD Digital Economy Outlook, *OCDE Publishing*, Paris.
- OCDE (2017). The Pursuit of Gender Equality: An Uphill Battle, *OECD Publishing*, París.
- OCDE (2018). Oslo Manual (2018). Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. *OECD Publishing*, Paris/Eurostat, Luxembourg.
- OEPM (2017). Informe sobre solicitudes de patentes nacionales presentadas o participadas por universidades públicas españolas entre 2005 y 2017. *Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)*. Madrid.
- Ohlin, B. (1933). Comercio interregional e internacional. *Editorial Oikos*, Barcelona.
- OMPI (2004). ¿Qué es la propiedad intelectual? Publicaciones de la *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*, 450 (S), Ginebra.
- Ontiveros, E.; Manzano, D., Rodríguez Téubal, I. (2004). Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) crecimiento económico y actividad empresarial. *Círculo de Empresarios*. Madrid.
- ONTSI (2016). El sector TIC y de los contenidos en España. Informe Anual. *ONTSI*, Madrid.
- ONU MUJERES (1995). Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, Declaración y *Plataforma de Acción de Beijing*, 4 a 15 de septiembre de 1995.
- Ortega, J. (2011). Collaboration patterns in patent networks and their relationship with the transfer of technology: the case study of the CSIC patents. *Scientometrics*, 87, 657–666.
- Oumlil, R., Juiz, C. (2016). An Up to date Survey in Barriers to Open Innovation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(3), 137-152.
- Ozman, M. (2009). Inter-firm networks and innovation: a survey of literature. *Economic of Innovation and New Technology*, 18, 39–67.
- Park, Y., Lee, S., Lee, S. (2012). Patent analysis for promoting technology transfer in multitechnology industries: the Korean aerospace industry case. *Journal of Technology Transfer*, 37(3), 355–374.
- Patel, P., Pavitt, K. (1991). Large firms in the production of the world's technology: an important case of “non-globalisation”, *Journal of International Business Studies*, 22(1), 1–21.

- Patel, P., Pavitt, K. (1997). The Technological Competencies of the World's Largest Firms: Complex and Path-Dependent, but not Much Variety. *Research Policy* 26, 141–156.
- Patel, P., Pavitt, K. (1998). National Systems of Innovation under Strain: The Internationalization of Corporate R&D. *Science Policy Research Unit*, 1– 25.
- Patel, P., Vega, M. (1999). Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages. *Research Policy*, 28(2/3), 145–155.
- Pavitt, K. (1998). Do patents reflect the useful research output of universities?" *Research Evaluation*, 7(2), 105-112.
- Pearce, R. (1999). Decentralised R&D and strategic competitiveness: globalised approaches to generation and use of technology in multinational enterprises (MNEs). *Research Policy*, 28(2-3), 157-178.
- Peri, G. (2005). Determinants of knowledge flows and their effect on innovation. *The Review of Economics and Statistics*, 87, 308–322
- Polanyi, M. (1966). The Tacit Dimension. *Routledge & Kegan Paul*. London.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *The Free Press*, Nueva York.
- Powell, W., Giannella, E. (2010). Collective invention and inventor networks. *Handbook. Economic Innovation*. (1), pp. 575-605.
- Powell, W., Grodal, S. (2005). Networks of innovators. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.). The Oxford Handbook of Innovation. *Oxford University Press*, Oxford, pp. 56–85 (Chapter 3).
- Provan, K., Kenis, P. (2008). Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18, 229–252.
- Qiu, X., Cano-Kollmann, M., Mudambi, R. (2017). Competitiveness and connectivity in design innovation: a study of Norwegian furniture industry. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 27(5), 533-548.
- Rafferty, M. (2008). The Bayh–Dole Act and university research and development. *Research Policy*, 37(1), 29–40.
- Rampersad, G., Quester, P., Troshani, I. (2010). Managing Innovation Networks: Exploratory Evidence from ICT, Biotechnology and Nanotechnology Networks. *Industrial Marketing Management*, 39(5), 793–805.
- Real Decreto (2018). Real Decreto 1401, por el que se crea el Observatorio "Mujeres, Ciencia e Innovación". Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Referencia: BOE-A-2018-16905.
- REDOTRI (2016) Informe 2016 de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las universidades españolas (I+TC). *RedOTRI España*.
- Rialp, A., Rialp, J. (2001). "Conceptual frameworks on SME's internationalization: past, present and future trends of research". Resessing the internatonalization of the firm advances in international marketing. *Elsevier Science Ltd*. Volume 11, pages 49–78.
- Rizzo, U., Ramaciotti, L. (2014). The determinants of academic patenting by Italian universities, *Technology Analysis & Strategic Management*, 26:4, 469-483.
- Rodríguez, A., Cabello, C., Ruiz, O., Sanmartín, J., Rodríguez, C. (2017). Informe científicas en cifras 2017. Estadísticas e indicadores de la (des)igualdad de género en la formación y profesión científica. *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades*. Madrid.

- Rojo, R., Gómez, I. (2006). Análisis de la producción científica y tecnológica de la industria española en el sector de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. *El profesional de la información*, 15(3), 190-201.
- Rossegger, G. (1980). The economics of production and innovation. An industrial perspective. *Oxford: Pergamons Press*.
- Rosser, S. V. (2009). The Gender Gap in Patenting: Is Technology Transfer a Feminist Issue? *Feminist Formation*, 21(2), 65-84.
- Rubiralta, M. (2004). Transferencia a las empresas de la innovación universitaria. Descripción de modelos europeos. *Cotec*. Madrid.
- Sachwald, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum*. Ginebra.
- Sánchez, I., De la Rica, S., Dolado, J., Hospido, L. (2011). Libro Blanco sobre la situación de las mujeres en la ciencia española. *Ministerio de Ciencia e Innovación*. Madrid.
- Saragossi, S., Pottelsberghe, B. (2003). What patent data reveal about universities: the case of Belgium. *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 47-51.
- Sastre, J.F. (2015). The impact of R&D teams' gender diversity on innovation outputs. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 24(1), 142-162.
- Scherngell, T., Barber, M. (2011). Distinct spatial characteristics of industrial and public research collaborations: evidence from the 5th EU Framework Programme. *Annals of Regional Science*, 46(2): 247-266.
- Schild, I. (1999). A regional patent study to investigate inventive activity in East Gothia. *University of Linköping*. Working paper n. 207.
- Schmoch, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. Final report to the *World Intellectual Property Office (WIPO)*. Ginebra.
- Shin, J., Park, Y. (2007). Building the national ICT frontier: The case of Korea. *Information Economics and Policy*, 19, 249-277.
- Sonn, J., Storper, M. (2008). The increasing importance of geographical proximity in knowledge production: an analysis of US patent citations, 1975-1997. *Environment and Planning*, 40, 1020-1039.
- Sorenson, O., Rivkin, J., Fleming, L. (2006). Complexity, networks and knowledge flow. *Research Policy*, 35, 994-1017.
- Stephan, P., Gurnu, S., Sumell, A., Black, G. (2007). Who's patenting in the university? Evidence from the survey of doctorate recipients. *Economics of Innovation and New Technology*, 61(2), 71-99.
- Sugimoto, C.R., Ni, C., West, J.D., Larivière, V. (2015). "The Academic Advantage: Gender Disparities in Patenting." *Plos One*, 10 (5).
- Tether, B. (2002). Who cooperates for innovation, and why: An empirical analysis. *Research Policy*, 31(6), 947-967.
- Toole, A., Myers, A., De Grazia, C., Breschi, S., Ferrucci, E., Lissoni, F., Miguelez, E., Sterzi, V., Tarasconi, G. (2019). Progress and Potential: A Profile of Women Inventors on U.S. Patents. *Office of the Chief Economist IP Data Highlights*, number 2, at the U.S. Patent and Trademark Office.
- Trajtenberg, M., Shiff, G., Melamed, R. (2006). "The 'Names Game': Harnessing Inventors' Patent Data for Economic Research", Documentos de Trabajo de NBER 12479, *National Bureau of Economic Research*, Inc. United States.
- UKIPO, (2016). Gender profiles in worldwide patenting: An analysis of female inventorship. *Intellectual Property Office*, United Kingdom.

- USPTO, (2019). Patents View Data Platform. Available at <http://www.patentsview.org/web/>
- Utterback, J. M. (1971). The process of Technological innovation within the firm. *Academy of Management Journal*, 14.
- Valdaliso, J., Elola, A., Aranguren, M. López, S. (2011). Social capital, internationalization and absorptive capacity: The electronics and ICT cluster of the Basque Country. *Entrepreneurship & Regional Development*, 23, issues 9-10.
- Vernon, R. (1966). “International investment and international trade in the product cycle”. *Quarterly Journal of Economics*, pp.190-207.
- Villaseca, J., Torrent, J. (2008). TIC, conocimiento y crecimiento económico. Un análisis empírico, agregado e internacional, sobre las fuentes de la productividad. *Economía Industrial*, 360 41-60.
- Vinding, A. (2002). “Interorganizational diffusion and transformation of knowledge in the process of product innovation”. PhD thesis, *Business Department, University of Aalborg*.
- Von Hippel, E. (1998). The sources of innovation. Oxford: *Oxford University Press*.
- Von Hippel, E. (2005). Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. Cambridge, MA: *MIT Press*.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994). Social network analysis: Methods and applications. Cambridge, NY: *Cambridge University Press*.
- World Economic Forum, (2020). *Global Gender Gap Report*. Geneva, Switzerland.
- Wuchty, S., Jones, B., Uzzi, B. (2007). “The Increasing Dominance of Teams in Production of Knowledge.” *Science*, 316(5827): 1036–1039.
- Zacharewicz, T., Sanz-Menendez, L., Jonkers, K. (2017). The Internationalisation of Research and Technology Organisations, *European Commission Joint Research Center*, EUR 28442 EN, doi: 10.2760/944413.
- Zanfei, A. (2000). Transnational firms and the changing organisation of innovative activities. *Cambridge Journal of Economics*, 24(5), 515-542.
- Zingg, R., Fischer, M. (2019). The rise of private–public collaboration in nanotechnology. *Nano Today*, 25, 7-9.





## Apéndices

### Apéndice 2.1. Clasificación de patentes en categorías tecnológicas

Cat. Code	Category Name	Sub-Cat. Code	Sub-Category Name	Patent Classes
1	Chemical	11	Agriculture, Food, Textiles	8, 19, 71, 127, 442, 504
		12	Coating	106,118, 401, 427
		13	Gas	48, 55, 95, 96
		14	Organic Compounds	534, 536, 540, 544, 546, 548, 549, 552, 554, 556, 558, 560, 562, 564, 568, 570
		15	Resins	520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 530
		19	Miscellaneous-chemical	23, 34, 44, 102, 117, 149, 156, 159, 162, 196, 201, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 216, 222, 252, 260, 261, 349, 366, 416, 422, 423, 430, 436, 494, 501, 502, 510, 512, 516, 518, 585, 588
2	Computers & Communications	21	Communications	178, 333, 340, 342, 343, 358, 367, 370, 375, 379, 385, 455
		22	Computer Hardware & Software	341, 380, 382, 395, 700, 701, 702, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 712, 713, 714
		23	Computer Peripherals	345, 347
		24	Information Storage	360, 365, 369, 711
3	Drugs & Medical	31	Drugs	424, 514
		32	Surgery & Medical Instruments	128, 600, 601, 602, 604, 606, 607
		33	Biotechnology	435, 800
		39	Miscellaneous-Drug&Med	351, 433, 623
4	Electrical & Electronic	41	Electrical Devices	174, 200, 327, 329, 330, 331, 332, 334, 335, 336, 337, 338, 392, 439
		42	Electrical Lighting	313, 314, 315, 362, 372, 445
		43	Measuring & Testing	73, 324, 356, 374
		44	Nuclear & X-rays	250, 376, 378
		45	Power Systems	60, 136, 290, 310, 318, 320, 322, 323, 361, 363, 388, 429
		46	Semiconductor Devices	257, 326, 438, 505
	49	Miscellaneous-Elec.	191, 218, 219, 307, 346, 348, 377, 381, 386	
5	Mechanical	51	Materials Processing. & Handling	65, 82, 83, 125, 141, 142, 144, 173, 209, 221, 225, 226, 234, 241, 242, 264, 271, 407, 408, 409, 414, 425, 451, 493
		52	Metal Working	29, 72, 75, 76, 140, 147, 148, 163, 164, 228, 266, 270, 413, 419, 420
		53	Motors, Engines & Parts	91, 92, 123, 185, 188, 192, 251, 303, 415, 417, 418, 464, 474, 475, 476, 477

		54	Optics	352, 353, 355, 359, 396, 399
		55	Transportation	104, 105, 114, 152, 180, 187, 213, 238, 244, 246, 258, 280, 293, 295, 296, 298, 301, 305, 410, 440
		59	Miscellaneous-Mechanical	7, 16, 42, 49, 51, 74, 81, 86, 89, 100, 124, 157, 184, 193, 194, 198, 212, 227, 235, 239, 254, 267, 291, 294, 384, 400, 402, 406, 411, 453, 454, 470, 482, 483, 492, 508
6	Others	61	Agriculture, Husbandry, Food	43, 47, 56, 99, 111, 119, 131, 426, 449, 452, 460
		62	Amusement Devices	273, 446, 463, 472, 473
		63	Apparel & Textile	2, 12, 24, 26, 28, 36, 38, 57, 66, 68, 69, 79, 87, 112, 139, 223, 450
		64	Earth Working & Wells	37, 166, 171, 172, 175, 299, 405, 507
		65	Furniture, House Fixtures	4, 5, 30, 70, 132, 182, 211, 256, 297, 312
		66	Heating	110, 122, 126, 165, 237, 373, 431, 432
		67	Pipes & Joints	138, 277, 285, 403
		68	Receptacles	53, 206, 215, 217, 220, 224, 229, 232, 383
		69	Miscellaneous-Others	1, 14, 15, 27, 33, 40, 52, 54, 59, 62, 63, 84, 101, 108, 109, 116, 134, 135, 137, 150, 160, 168, 169, 177, 181, 186, 190, 199, 231, 236, 245, 248, 249, 269, 276, 278, 279, 281, 283, 289, 292, 300, 368, 404, 412, 428, 434, 441, 462, 503

### Apéndice 3.1. Definición de las variables

Variable	Definición	Fuente
<i>PAT_TOT<sub>i</sub></i>	Número total de patentes registradas en la USPTO, universidad <i>i</i>	USPTO
<i>COL_NAT<sub>i</sub></i>	Colaboración con agentes nacionales en las patentes registradas en la USPTO, universidad <i>i</i> , variable ficticia (1 sí colabora; 0 no colabora)	USPTO
<i>COL_INT<sub>i</sub></i>	Colaboración con agentes extranjeros en las patentes registradas en la USPTO, universidad <i>i</i> , variable ficticia (1 sí colabora; 0 no colabora)	USPTO
<i>COL_PUB<sub>i</sub></i>	Número de colaboraciones con organismos públicos de investigación en las patentes registradas en la USPTO, universidad <i>i</i>	USPTO
<i>COL_PRIV<sub>i</sub></i>	Número de colaboraciones con empresas privadas en las patentes registradas en la USPTO, universidad <i>i</i>	USPTO
<i>RD_COL<sub>i</sub></i>	Logaritmo del importe total de proyectos de I+D colaborativa (en euros) dividido por el número de docentes e investigadores, universidad <i>i</i>	Red OTRI
<i>RD_CONT<sub>i</sub></i>	Logaritmo del importe total de contratos de I+D (en euros) dividido por el número de docentes e investigadores, universidad <i>i</i>	Red OTRI
<i>RPROJ_NAT<sub>i</sub></i>	Logaritmo del importe total de proyectos de investigación competitivos con financiación nacional (en euros) dividido por el número de docentes e investigadores, universidad <i>i</i>	Red OTRI
<i>RPROJ_UE<sub>i</sub></i>	Logaritmo del importe total de proyectos de I+D competitivos con financiación de la UE (en euros) dividido por el número de docentes e investigadores, universidad <i>i</i>	Red OTRI
<i>SCIENT_PROD<sub>i</sub></i>	Logaritmo del número de artículos publicados en la Web of Knowledge dividido por número de docentes e investigadores, universidad <i>i</i>	Red OTRI
<i>REGION<sub>i</sub></i>	Región en la que se localiza la universidad <i>i</i> , variable ficticia (1 si en región innovadora; 0 si en región no innovadora)	FECYT

### Apéndice 3.2. Estadística descriptiva de las variables

Variable	Media	Coef. Var.	Mín.	Máx.
<i>PAT_TOT</i>	7.25	2.13	0	102
<i>COL_NAT</i>	0.33	1.43	0	1
<i>COL_INT</i>	0.37	1.33	0	1
<i>COL_PUB</i>	1.63	4.50	0	57
<i>COL_PRIV</i>	0.97	2.46	0	11
<i>RD_COL</i>	1811.30	1.27	0	12696.72
<i>RD_CONT</i>	3316.99	1.43	52.34	36185.97
<i>RPROJ_NAT</i>	3323.40	0.92	0	18824.72
<i>RPROJ_UE</i>	1780.35	1.23	0	12828.32
<i>SCIENT_PROD</i>	0.56	0.53	0	1.41
<i>REGION</i>	0.49	1.02	0	1

Todas las variables están en niveles

### Apéndice 3.3. Matriz de correlaciones

	<i>PAT_TOT</i>	<i>COL_NAT</i>	<i>COL_INT</i>	<i>COL_PUB</i>	<i>COL_PRIV</i>	<i>RD_COL</i>	<i>RD_CONT</i>	<i>RPROJ_NAT</i>	<i>RPROJ_UE</i>	<i>SCIENT_PROD</i>	<i>REGION</i>
<i>PAT_TOT</i>	1										
<i>COL_NAT</i>	0.5332	1									
<i>COL_INT</i>	0.5425	0.5129	1								
<i>COL_PUB</i>	0.874	0.3119	0.2771	1							
<i>COL_PRIV</i>	0.6186	0.5366	0.5263	0.3284	1						
<i>RD_COL</i>	0.1497	0.097	0.1392	0.1377	0.2085	1					
<i>RD_CONT</i>	0.2869	0.3028	0.3123	0.1900	0.2509	0.598	1				
<i>RPROJ_NAT</i>	0.2767	0.2805	0.1647	0.1907	0.2529	0.4082	0.5713	1			
<i>RPROJ_UE</i>	0.1072	0.1083	0.1193	0.0738	0.1755	0.5171	0.5304	0.3604	1		
<i>SCIENT_PROD</i>	0.2431	0.2921	0.339	0.1136	0.2676	0.2726	0.6444	0.6717	0.5189	1	
<i>REGION</i>	0.1287	0.1123	0.111	0.1361	0.2147	0.0286	0.0243	-0.1256	0.1454	-0.1913	1

#### Apéndice 4.1 Nuevo concepto de clasificación tecnológica, OMPI.

	Area, field	IPC code
<b>I</b>	<b>Electrical engineering</b>	
1	Electrical machinery, apparatus, energy	F21#, H01B, H01C, H01F, H01G, H01H, H01J, H01K, H01M, H01R, H01T, H02#, H05B, H05C, H05F, H99Z
2	Audio-visual technology	G09F, G09G, G11B, H04N-003, H04N-005, H04N-009, H04N-013, H04N-015, H04N-017, H04R, H04S, H05K
3	Telecommunications	G08C, H01P, H01Q, H04B, H04H, H04J, H04K, H04M, H04N-001, H04N-007, H04N-011, H04Q
4	Digital communication	H04L
5	Basic communication processes	H03#
6	Computer technology	(G06# not G06Q), G11C, G10L
7	IT methods for management	G06Q
8	Semiconductors	H01L
<b>II</b>	<b>Instruments</b>	
9	Optics	G02#, G03B, G03C, G03D, G03F, G03G, G03H, H01S
10	Measurement	G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, (G01N not G01N-033), G01P, G01R, G01S; G01V, G01W, G04#, G12B, G99Z
11	Analysis of biological materials	G01N-033
12	Control	G05B, G05D, G05F, G07#, G08B, G08G, G09B, G09C, G09D
13	Medical technology	A61B, A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61L, A61M, A61N, H05G
<b>III</b>	<b>Chemistry</b>	
14	Organic fine chemistry	(C07B, C07C, C07D, C07F, C07H, C07J, C40B) not A61K, A61K-008, A61Q
15	Biotechnology	(C07G, C07K, C12M, C12N, C12P, C12Q, C12R, C12S) not A61K
16	Pharmaceuticals	A61K not A61K-008
17	Macromolecular chemistry, polymers	C08B, C08C, C08F, C08G, C08H, C08K, C08L
18	Food chemistry	A01H, A21D, A23B, A23C, A23D, A23F, A23G, A23J, A23K, A23L, C12C, C12F, C12G, C12H, C12J, C13D, C13F, C13J, C13K
19	Basic materials chemistry	A01N, A01P, C05#, C06#, C09B, C09C, C09F, C09G, C09H, C09K, C09D, C09J, C10B, C10C, C10F, C10G, C10H, C10J, C10K, C10L, C10M, C10N, C11B, C11C, C11D, C99Z
20	Materials, metallurgy	C01#, C03C, C04#, C21#, C22#, B22#

	Area, field	IPC code
<b>I</b>	<b>Electrical engineering</b>	
21	Surface technology, coating	B05C, B05D, B32#, C23#, C25#, C30#
22	Micro-structure and nano-technology	B81#, B82#
23	Chemical engineering	B01B, B01D-000#, B01D-01##, B01D-02##, B01D-03##, B01D-041, B01D-043, B01D-057, B01D-059, B01D-06##, B01D-07##, B01F, B01J, B01L, B02C, B03#, B04#, B05B, B06B, B07#, B08#, D06B, D06C, D06L, F25J, F26#, C14C, H05H
24	Environmental technology	A62D, B01D-045, B01D-046, B01D-047, B01D-049, B01D-050, B01D-051, B01D-052, B01D-053, B09#, B65F, C02#, F01N, F23G, F23J, G01T, E01F-008, A62C
<b>IV</b>	<b>Mechanical engineering</b>	
25	Handling	B25J, B65B, B65C, B65D, B65G, B65H, B66#, B67#
26	Machine tools	B21#, B23#, B24#, B26D, B26F, B27#, B30#, B25B, B25C, B25D, B25F, B25G, B25H, B26B
27	Engines, pumps, turbines	F01B, F01C, F01D, F01K, F01L, F01M, F01P, F02#, F03#, F04#, F23R, G21#, F99Z
28	Textile and paper machines	A41H, A43D, A46D, C14B, D01#, D02#, D03#, D04B, D04C, D04G, D04H, D05#, D06G, D06H, D06J, D06M, D06P, D06Q, D99Z, B31#, D21#, B41#
29	Other special machines	A01B, A01C, A01D, A01F, A01G, A01J, A01K, A01L, A01M, A21B, A21C, A22#, A23N, A23P, B02B, C12L, C13C, C13G, C13H, B28#, B29#, C03B, C08J, B99Z, F41#, F42#
30	Thermal processes and apparatus	F22#, F23B, F23C, F23D, F23H, F23K, F23L, F23M, F23N, F23Q, F24#, F25B, F25C, F27#, F28#
31	Mechanical elements	F15#, F16#, F17#, G05G
32	Transport	B60#, B61#, B62#, B63B, B63C, B63G, B63H, B63J, B64#
<b>V</b>	<b>Other fields</b>	
33	Furniture, games	A47#, A63#
34	Other consumer goods	A24#, A41B, A41C, A41D, A41F, A41G, A42#, A43B, A43C, A44#, A45#, A46B, A62B, B42#, B43#, D04D, D07#, G10B, G10C, G10D, G10F, G10G, G10H, G10K, B44#, B68#, D06F, D06N, F25D, A99Z
35	Civil engineering	E02#, E01B, E01C, E01D, E01F-001, E01F-003, E01F-005, E01F-007, E01F-009, E01F-01#, E01H, E03#, E04#, E05#, E06#, E21#, E99Z
Source: WIPO IPC-Technology Concordance Table".		
Note: This table is available in Excel format on: <a href="http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents">www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents</a>		